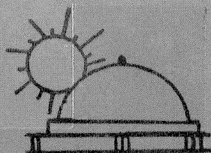
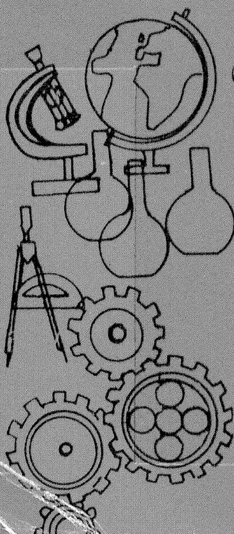
١٢٨ سلسلة العلم والحياة



الشمس
« النجم الأم »

تاليف

د. / منير أحمد محمود حمدى





الهيئة المصرية العامة للكتاب

١٢٨

سلسلة
العلم و الحياة

العلم والحياة (١٢٨)

الشمس

"النجم الأم"

تأليف الأستاذ الدكتور/ **منير أحمد محمود حمدي**
أستاذ الفيزياء الفلكية
المعهد القومي للبحوث الفلكية والجيوفيزيقية والجامعات العربية



الهيئة المصرية العامة للكتاب
١٩٩٩



مقدمة

جذبت النجوم والشمس والقمر ومختلف الظواهر السماوية انتباه سائر الشعوب والأمم منذ فجر التاريخ وعلى مدى الدهر. وأول ما يذكر في هذا المجال هم الصينيون الذين قاموا قبل ثلاثة آلاف سنة من ميلاد المسيح عليه السلام برصد السماء والظواهر الفلكية،ولقد ثبت انهم رصدوا كسوفا شمسيا يرجع تاريخه إلى ٢٦٩٧ قبل الميلاد.

ومع تطور فكر الإنسان ذهب يبحث عن الآلهة المسيطرة على هذا الكون فيما بين هذه الأجرام السماوية التي تشغل باله وتلفت نظره ليلا ونهارا . ويشير القرآن الكريم إلى ذلك في آياته المحكمات حيث قال الله سبحانه وتعالى في سورة الأنعام:

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وإذ قال إبراهيم لأبيه آزر أتتخذ أصناما آلهة إني أراك وقومك في ضلال مبين۞ وكذلك نري إبراهيم ملكوت السماوات والأرض وليكون من الموقنين۞فلما جن عليه الليل رءا كوكبا قال هذا ربي فلما أفل قال لا أحب الآفلين ۞ فلما رءا القمر بازغا قال هذا ربي فلما أفل قال لئن لم يهدني ربي لأكونن من القوم الضالين۞ فلما رءا الشمس بازغة قال هذا ربي هذا أكبر فلما أفلت قال يا قوم إني بريء مما تشركون﴾

صدق الله العظيم

(الأنعام ٧٤-٧٨)

ولقد حظيت الشمس بالقدر الأكبر من الإهتمام منذ فجر التاريخ نظرا لقربها من الأرض،حيث تبعد مسافة قدرها ١٤٩ مليون و ٦٤٠ ألف كيلومتر،ويقطع الضوء هذه المسافة في ٨ دقائق وعشرين ثانية (٥٠٠ ثانية).وللشمس تأثير مباشر على سائر أعضاء المجموعة الشمسية،وأهم هذه التأثيرات تهيئة الظروف المناسبة لظهور حياة على سطح الأرض . ولو إختلفت المسافة بين الشمس والأرض قربا أو بعدا لكان للحياة على سطح الأرض شأن آخر.

وتشع الشمس إشعاعاً هائلاً في مختلف الأطوال الموجية . ويأتي الجزء الأعظم من الإشعاع الشمسي في المدى المرئي . وتبلغ قوة إشعاع الشمس 3.8×10^{20} ميجاوات،إلا أن الأرض لا تستفيد من هذه الطاقة الجبارة إلا بجزء من ٥٠٠مليون جزء . وعلى الرغم من هذا فإن ذلك الجزء الضئيل من الإشعاع لقادر على أن يرفع درجة حرارة ٣٧ ألف طن من الماء من درجة التجمد إلى درجة الغليان في مدى دقيقة واحدة . ويساعد الجزء الذي تمتصه الأرض من الإشعاع على استمرار الكائنات الحية على سطحها بالإضافة إلى تكوين مختلف أشكال الطاقة المدفونة في باطن الأرض مثل الفحم والبترول .

وقد يتساءل البعض عن مفهوم العنوان الذي وضعته لهذا الكتاب "الشمس النجم الأم" فلقد رأيت أن الشمس تلعب بين أعضاء المجموعة الشمسية دور الأم بين أطفالها الذين يرتبطون بها ويدورون في فلكها ولا يستطيعون البعد عنها . بل وأكثر من ذلك فهي تتشابه مع الأم التي تحترق لكي تضيء الطريق لأبنائها وتهب لهم الحياة وما ضوء الكواكب إلا انعكاس لضوء الشمس الساقط عليها وما الحياة القائمة على سطح الأرض إلا نتاج بيئة طبيعية صالحة وفرتها الشمس المسخرة بأمر الله سبحانه وتعالى.

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿الله الذي رفع السموات بغير عمد ترونها ثم استوى على العرش وسخرَ الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى يدبر الأمر يفصلُ الآيات لعلكم بلقاء ربكم توقنون﴾

صدق الله العظيم

(الرعد ٢)

ويتناول هذا الكتاب في فصله الأول بصورة مبسطة على قدر المستطاع تركيب الشمس والظواهر الشمسية المختلفة على سطحها . ويناقش الفصل الثاني الطاقة الشمسية وكيفية تولدها ومشاكل إستغلالها الاستغلال الأمثل . ويتعرض الفصل الثالث لصورة الشمس الراديوية حيث يتناول هذا الفصل دراسة هيئة الشمس وصورتها الراديوية كما تبدو في الأطوال الموجية المختلفة .ويشرح الفصل الرابع مسائل هامة في العلاقات الشمس-أرضية مثل قياس الزمن ، الليل

والنهار،الظل،المشرق والمغرب،المشارق والمغارب،الوهج القطبي،الشفق الأحمر،شمس منتصف الليل والرياح الشمسية مع الإشارة إلى الآيات القرآنية الكريمة التي وردت في هذا السياق . أما الفصل الخامس والأخير فيتناول الشمس في العقائد الدينية وخاصة العقيدة المصرية القديمة حيث أننا لا نكاد نجد أمة تأصلت فيها الديانة وامتزجت بحياة أهلها كالأمة المصرية حتى أصبحت الديانة وكأنها الحافز الأكبر على ما نشأ بمصر القديمة من علوم وفنون وآداب .

وختاما أرجو من الله عز وجل أن أكون قد وفقت في تقديم هذه المادة الصعبة في صورة مبسطة سهلة تمكن شباب المستقبل الواعد وعامة المثقفين من فهمها والاستفادة منها والله ولي التوفيق .

أ.د.منير أحمد محمود حمدي

فيزياء الشمس

خلق الله الشمس وجعلها إحدى نعما العظمى على مخلوقاته فهي سر وجود الحياة على سطح الأرض. والشمس هي أقرب النجوم إلينا إذ يصل ضوءها في ثمان دقائق وعشرين ثانية ، وهي بهذا قريبه جدا منا إذا ما قارناها بأقرب نجم للأرض بعد الشمس وهو نجم الأقرب القنطورى (الفا سنتورى) والذي يصل ضوءه إلى الأرض في ٤,٢٥ سنة.

ويقدر قطر الشمس بحوالي ٨٦٥٣٧٠ ميلا أي أكثر من ثلاث مرات قدر المسافة بين الأرض والقمر مما يجعلها قادرة على ابتلاع ما يزيد عن مليون من الكواكب كل منها بحجم الأرض. وتبلغ كتلة الشم ٢.٢ × ١٠^٢٧ طن وبالمقارنة نجد أن كتلة الشمس تزيد عن كتلة الأرض ٣٣٣٤٣٤ مرة. كما أنها تحتوي على ٩٩,٩% من كل المادة الموجودة في المجموعة الشمسية. وتقدر عجلة الجاذبية على سطح الشمس بـ ٢٨ مرة قدر عجلة الجاذبية على سطح الأرض. وفي الحقيقة فإن تعبير سطح الشمس الذي نردده دائما ما هو إلا تعبير مجازي حيث أن ما نشاهده عندما ننظر إلى الشمس ما هي إلا طبقة الفوتوسفير أو الكره الضوئية والتي تتكون من غازات مخلخلة آلاف المرات عن لهب رأس عود ثقاب.

والشمس عبارة عن كرة غازية متماسكة بفعل جاذبيتها الذاتية ويحفظها من الانطواء إلى الداخل الضغط الدائم إلى الخارج الذي ينتج عن ارتفاع درجة الحرارة الكبير في القلب. وتزداد كثافة الغازات في الشمس مع العمق ، فعلى منتصف المسافة إلى المركز تبلغ الكثافة قدر كثافة الماء ، وفي القلب بالقرب من المركز نجد الغازات منضغطة إلى بعضها لدرجة تصل بالكثافة إلى عشر مرات قدر كثافة الصلب. وعلى الرغم من الكثافة والضغط العاليين في الداخل إلا أن الكثافة المتوسطة للشمس تبلغ فقط ١,٤١ مرة قدر كثافة الماء بينما الكثافة المتوسطة للأرض ٥,٥٢ قدر كثافة الماء. وتفسر الكثافة المتوسطة المنخفضة للشمس بأن مادتها تتكون في معظمها من العنصرين الخفيفين الهيدروجين والهليوم ونسب صغيرة جدا من العناصر الأثقل بينما تتكون مادة الأرض من المعادن بصفة عامة.

ونظرا لأن الشمس مكونة من غازات وليست جسما صلبا فإنها لا تدور حول محورها كوحدة واحدة كما هو الحال لجسم صلب مثل الأرض بل تتفاوت سرعة

الدوران في مناطقها المختلفة ، ويكون أسرع دوران للشمس عند خط استوائها حيث تتم دورة كاملة حول محورها كل ٢٤,٦٥ يوما بينما تتطلب دورة كاملة عند خط عرض ٤٥° شمالا أو جنوبا من خط الاستواء الشمسي ٢٧,٥ يوما أرضيا. وينتج عن هذا الدوران التفاوتي للغازات في الشمس تشوهات داخلية تؤدى إلى نشأة المجالات المغناطيسية المعقدة والتي تلعب دورا هاما من الظواهر الشمسية المختلفة.

تركيب الشمس :

تتكون الشمس من ثلاث طبقات رئيسية :

١- باطن الشمس. ٢- الفوتوسفير (الكرة الضوئية).

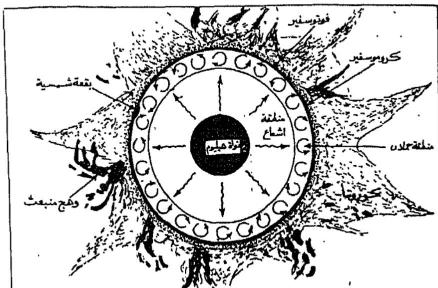
٣- جو الشمس.

(١) باطن الشمس :

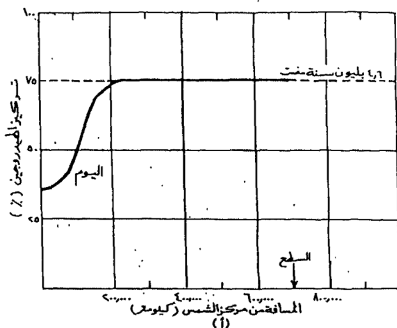
نظرا للتباين الكبير في الكثافة ودرجة الحرارة وشدة التفاعل النووي مع البعد عن مركز الشمس حيث تتناقص الحرارة من حوالي ٣٥ مليون درجة مطلقة إلى نحو ٦٠٠٠ درجة مطلقة عند سطح الشمس. كما تتناقص الكثافة بشكل كبير مع زيادة البعد عن المركز فبينما تبلغ الكثافة ١٥٠ جم/سم٣ عند مركز الشمس تنخفض من منتصف المسافة من المركز إلى ١جم/سم٣ ثم إلى ١٠^-٧ جم/سم٣ عند السطح فأنه يمكن تقسيم باطن الشمس إلى ثلاثة أقسام :

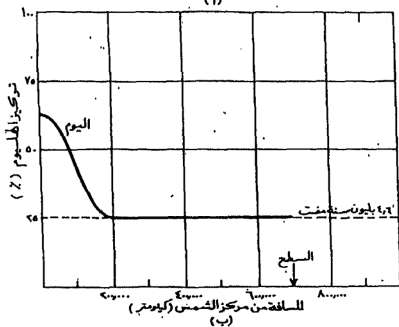
أ- النواة (قلب الشمس).

وهو الجزء المركزي من الشمس الذي يشكل منطقة احتراق الهيدروجين ويسمى أيضا بالمولد الشمسي وذلك لحدوث عملية الاندماج النووي فيه والذي ينتج عنها تحرر طاقة عالية في صورة أشعة جاما. وجدير بالذكر أن هذا الجزء من الشمس هو الذي أصابه التغيير نظرا لتحول بعض هيدروجينه إلى هليوم نتيجة للاحتراق الهيدروجيني المستمر. وقد تم استهلاك قرابة نصف كمية الهيدروجين المتمركزة في باطن الشمس منذ نشأتها حتى الآن بحيث انخفضت نسبة الهيدروجين حاليا إلى ٣٥-٤٠% من كتلة المركز بعد أن كانت بحدود ٧٥% ليرتفع بذلك تركيز الهليوم في المركز من ٢٥% إلى ٦٥% ويقدر قطر هذه المنطقة بما لا يزيد عن ٤٠٠ ألف كيلومتر.



مقطع عرضي للشمس يوضح البنية الداخلية لها





مقارنة بين تراكيز الهيدروجين (أ) والهليوم (ب) قبل ٤٫٦ بليون سنة مضت ، والآن

ب- منطقة الإشعاع :

وهي المنطقة التالية للنواة ، ويبلغ سُمكها حوالي ٣٢٥ ألف كيلومتر وهي المنطقة التي تشُقُ فيها الطاقة المتولدة من الإندماجات النووية في قلب الشمس طريقها إلى سطح الشمس لِتُشعَ نحو الفضاء.

ومن رحمة الله سبحانه وتعالى أن يتم في هذه المنطقة تغيير وتعديل الطاقة المنبعثة من قلب الشمس فلو أن هذه الطاقة المنبعثة وصلت كلها إلى السطح بصورتها الأصلية (أشعة جاما) لكانت أشعة موت تنتشر في النظام الشمسي بأكمله. ويتم تعديل الطاقة عن طريق اصطدام شعاع جاما بأي ذرة من الوسط الذي يمر خلاله فيفقد جزءا من طاقته في تحريك الإلكترونات في هذه الذرة من مداراتها بحيث يعاد توزيع طاقاتها ويتحول شعاع جاما إلى شعاع آخر من أشعة كثيرة مختلفة كل منها ذو طاقة أقل وطول موجي أكبر وهكذا نجد أن أشعة جاما التي تنبعث من قلب الشمس هي مصدر جميع الإشعاعات المنبعثة تجاه الفضاء الخارجي وأول الإشعاعات التي تخلق في المنطقة خارج النواة (قلب الشمس) هي الأشعة السينية أو أشعة إكس والأشعة الفوق بنفسجية ثم الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء وغني عن الذكر أن الطاقة الإشعاعية الناتجة مرئية كانت أو غير مرئية ترجع في مصدرها إلى إحلال الالكترون من مدار أعلى إلى مدار منخفض بدلا من الإلكترون المنتزع من الذرة نتيجة لإثارتها بأشعة جاما.

جـ - منطقة تيارات الحمل :

وهي الطبقة الخارجية من باطن الشمس ويبلغ سمكها حوالي ١٥٠ ألف كيلومتر ويتم انتقال الطاقة خلالها من طبقة الإشعاع إلى سطح الشمس (الفوتوسفير أو الكره الضوئية) عن طريق تيارات الحمل بصفة أساسية وبالإشعاع بصفة جزئية.

وتنشأ تيارات الحمل عندما تسخن الطبقات السفلى وتتمدد وأثناء التمدد تقل الكثافة وترتفع المادة المتمددة خلال الطبقة الأكثف بينما تميل المادة الموجودة في الطبقة العليا الباردة للهبوط إلى اسفل ، وتكون النتيجة نشأة عميلة دائرية تنتقل فيها الحرارة من المستوى الأسفل الأسخن إلى المستوى الأعلى الأبرد وما نراه من حبيبات تكسو سطح الشمس عند تصوير الفوتوسفير (الكره الضوئية) ما هو إلا

أعمدة للغازات التي تم تسخينها بواسطة الطاقة في منطقة تيـارات الحمـل والتـي استمدت طاقتها بدورها من منطقة قلب الشمس الساخن. أما المناطق الأقل لمعانـاً والواقعة بين الأعمدة الصاعدة من الغاز الساخن فهي عبارة عن غاز بـارد نسـبياً وهابط إلى أسفل:

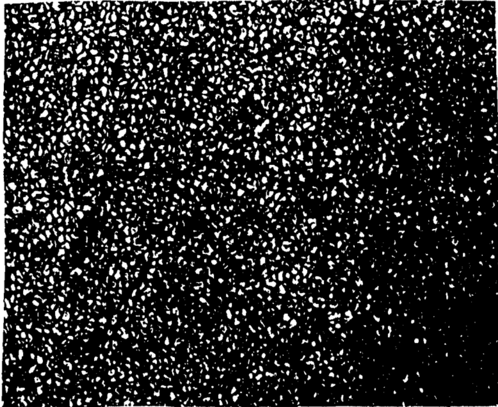
(٢) الكره الضوئية (الفوتوسفير):

يُطلق على السطح المرئي للشمس الكره الضوئية أو الفوتوسفير ويبلغ سُـمك هذه الطبقة حوالي ٥٠٠ كم وهي طبقة مُحيطة بالشمس على شكل كره غازية وينتج من هذه الطبقة الجزء الأكبر من الحرارة والضوء اللذين نستقبلهما علـى الأرض. وترتفع درجة حرارة الفوتوسفير في داخله عن مناطقه الخارجية فعند قاعدته تبلـغ درجة الحرارة ٧٥٠٠ درجة مطلقة بينما تنخفض عند القمة إلى ٤٧٠٠ درجة مطلقة ولقد دلت الحسابات على وجود درجة حرارة متوسطة للكرة الضوئية قدرها ٦٠٠٠ درجة مطلقة.

ولقد بينت التحاليل احتواء الفوتوسفير على ٦٠ إلى ٧٠ من العناصر التسعين الموجودة على الأرض ولكن بنسب مختلفة ، ومن الممكن أيضاً وجـود العنـاصر الأخرى المعروفة على الأرض إلا أنها قد تكون لم تكتشف بعد ، وأخف العنـاصر الموجودة في الفوتوسفير هما عنصري الهيدروجين والهليوم وهما موجودان بشـيوع كبير وقد أمكن للشمس الاحتفاظ بهما لكبر جاذبيتها.

وعند النظر إلى قرص الشمس بالعين المجردة أو باستخدام المناظير الصغيرة بالاستعانة بالمرشحات الضوئية اللازمة يبدو قرص الشمس متجانسا تماما بينما هـو في الحقيقة بعيدا عن هذا التجانس إذ يتميز بظهور الحبيبات التي تغطـي سـطحه والتي يمكن أن تظهر بوضوح كبير في الصور الملتقطة بآلات تصوير محمولة على بالونات أو أي وسيلة أخرى للرصد خارج الغـلاف الجـوي أو حتـى باسـتخدام المناظير الكبيرة نسبيا على سطح الأرض في حالة توفر ظروف رؤية جيدة.

ويكتسب سطح الفوتوسفير في الأماكن غير المضطربة بفعل البقع الشمسـية مظهرا حبيبيا يطلق عليه أحيانا تركيب "حبات الأرز" وهي عبارة عـن مسـاحات



المظهر الحبيبي لسطح الفوتوسفير (الكرة الضوئية)



صورة لسطح الفوتوسفير بجوار بقعة شمسية ويلاحظ عدم تغير المظهر الحبيبي حتى في مناطق حدود البقعة الشمسية.

كبيرة لامعة تبلغ قطر الصغيرة منها نسبيا أكثر من ١٥٠٠ كيلو متر ، ويفصل بينها مناطق ضيقة أقل إضاءة. وتزداد درجة الحرارة في المناطق اللامعة عنـــها فـــي المناطق الأقل لمعانا بحوالي ٤٠٠° ، وتتحرك الحبيبات الألمع الساخنة مرتفعة إلـــى أعلى بينما تبدو المساحات البينية الداكنة هابطة إلى أسفل ويبلغ عمر الحبيبـــة فـــي المتوسط ثمان دقائق.

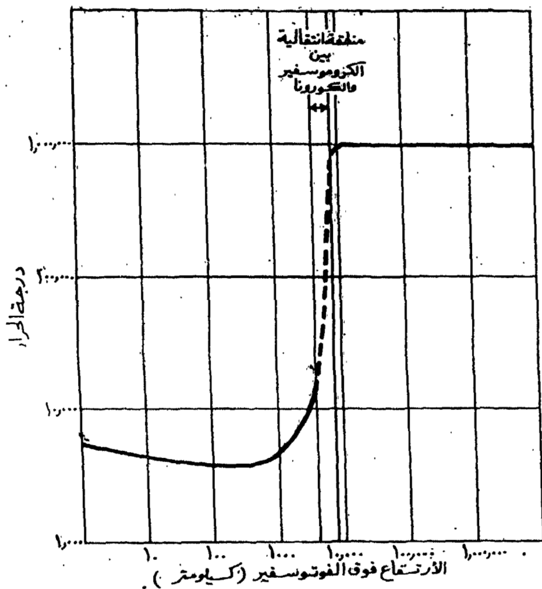
(٣) جو الشمس (الغلاف الخارجي للشمس) :

تسمى الطبقة الخارجية من الشمس والمحيطة بطبقة الفوتوسفير جو الشـــمس وتتميز هذه الطبقة بقلة كثافتها وتخلخلها وشفافية مكوناتها ويمتد جو الشـــمس فـــي الفضاء مسافة تقترب من خمسة ملايين كيلومتر وذلـــك إذا افترضنـــا أن الحـــدود الخارجية لجو الشمس هي تلك المنطقة التي تتساوى فيها كثافة الغاز الشمسي مـــع كثافة الغاز في الفضاء المحيط. وتنقسم هذه الطبقة إلى قسمين ويطلق على القســـم الأول وهو الأقرب إلى الفوتوسفير اسم الكرة الملونة أو الكروموسفير أما القسم الذي يليه فهو الطبقة التاجية أو الكورونا وكلتا الطبقتين (الكروموســـفير والكورونـــا) لا يمكن رؤيتهما في الظروف العادية نظرا لخفوت إضاءتها نسبة إلى ضوء الشمس.

أ- الكرة الملونة (الكروموسفير) :-

هي عبارة عن طبقة رقيقة نسبيا من الغازات المتوهجة ، ولا يعرف ســـمكها بدقة وربما يتراوح بين ٢٠٠٠ إلى ٥٠٠٠ كيلومتر وقد يصل أحيانا إلـــى ١٠٠٠٠ كيلومتر ، وتزداد درجة حرارة الكروموسفير كلما اتجهنا إلى الخارج وذلك علـــى عكس الحالة في الفوتوسفير فنجد أن درجة حرارة الكروموسفير تتروارح مـــا بيـــن ٤٣٠٠ درجة مطلقة عند قاعدته إلى ٦٠٠٠ درجة مطلقة في أجزائه السفلى بينمـــا تزداد لتصل إلى خمسين ألف درجة مطلقة عند منتصفه ومن ثم تقفز إلـــى حوالـــي مليون درجة مطلقة عند حدوده مع الكورونا (الهالة الشمسية).

وقد أحتار الفلكيون في أمر هذا الارتفاع السريع في درجة الحرارة واختلفـت تفسيراتهم وما زالت المسألة دون حل حتى الآن ، ولكن على الرغم من عدم وجـود



درجات الحرارة في الطبقة الملونة

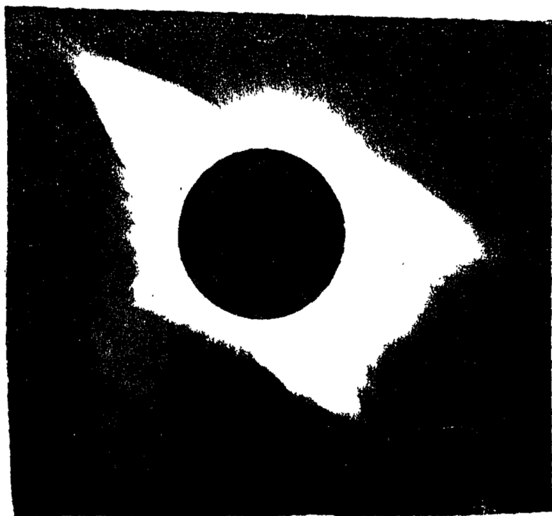
اتفاق عام فإن الاعتقاد السائد هو أن الطاقة المنقولة إلى الفوتوسفير عن طريق تيارات الحمل تنتقل خلال الكروموسفير والكورونا بواسطة الموجات الصوتية ويقل انسياب الطاقة إلى الخارج كموجات تصادمية في الكروموسفير فتتحول هذه الطاقة إلى ضوء مرئي وصور أخرى من الإشعاع الكهرومغناطيسي ونتيجة لإثارة الكروموسفير بفعل هذه الكمية الهائلة من الطاقة فإنه يشع كمية كبيرة من الضوء فوق البنفسجي ، ولا يزال دور المجالات المغناطيسية الشمسية في تغذية الكروموسفير بالطاقة غير مفهوم تماما وإن بدا واضحا وجود علاقة بين التسخين وهذه المجالات.

وتسود الكروموسفير حركات رأسية عموديه شديدة حيث لا تنتقل خلاله الطاقة الشمسية فقط وإنما تنتقل أيضا البروتونات والجسيمات التي تصبح جزءا من الرياح الشمسية المنطلقة من الشمس ، والكروموسفير هو المكان الذي يولد فيه الوهج أو التأجج الشمس كما تنبع منه السنيبلات التي يعتقد أنها الناقلات الرئيسية للجسيمات عالية الطاقة المنطلقة من الكورونا إلى الفضاء الخارجي.

ويمكن مشاهدة الكروموسفير لبضع لحظات أثناء الكسوف الكلي للشمس أو باستعمال الكرونو جراف وهو منظار به قرص مركزي يغطي لمعان الفوتوسفير فيسمح برؤية الكروموسفير والكورونا. ويظهر الكروموسفير أثناء الكسوف الكلي للشمس على هيئة هلال ضوئي أحمر رقيق على الجانب الشرقي من الشمس عند بداية الكسوف الكلي ، ويفسر رؤية الكرة الملونة لفترة زمنية قصيرة جدا إلى كونها تشغل حيز ضيق من الجو الشمسي بحيث لا يزيد سمكها على ٤٠٠/١ من قطر الشمس ، وتتسع عند الحافة الشرقية للقمر عند بداية الكسوف الكلي وأن أشعتها تتقطع بسرعة نتيجة للحركة الظاهرية للقمر. ولقد أطلق على الكروموسفير الكرة الملونة نظرا للونها الأحمر الذي يرجع إلى الاشعاع القوي للهيدورجين في هذه الطبقة من الشمس.

ب- المنطقة التاجية (الكورونا) أو (الهالة الشمسية) :

وهي الجزء الخارجي من الغلاف الشمسي أو من جو الشمس وهي طبقة فوق الكروموسفير بها غاز مخفف للغاية يمتد في الفضاء إلى ملايين الأميال وفي

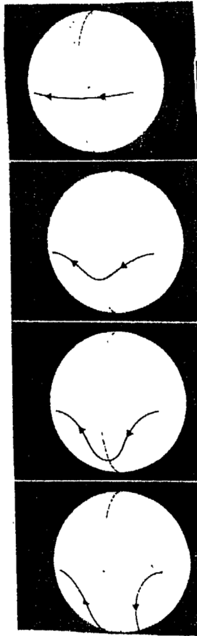


الكورونا

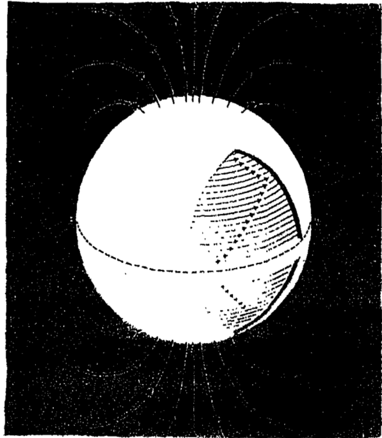
أوقات قمة النشاط الشمسي تمتد من الكورونا إلى الخارج روافد (ليست الرياح الشمسية ولكنها الكورونا نفسها) تصل إلى الأرض ولقد أشارت القياسات التي تمت بواسطة الأقمار الصناعية والمسابر الفضائية أن الطبقة التاجية (الكورونا) لا حدود خارجية لها حيث تنطلق من حواف هذه الطبقة الغازات المتأينة والتي تعرف بالرياح الشمسية التي تصل إلى المجموعة الشمسية في جميع الأوقات. وكما ذكرنا فإنه لا يمكن مشاهدة الكورونا (الهالة الشمسية) إلا خلال الكسوف الكلي للشمس أو باستخدام الكرونوجراف ومن هنا فإن الكسوفات التامة أوالكلية لا تزال تحتفظ بأهميتها ويداوم على ترقبها الفلكيون الراغبون في دراسة الغلاف الخارجي للشمس. وتشاهد الكورونا في أثناء الكسوف الكلي كمساحة بيضاء لؤلؤية محيطه بالشمس. وتتساوى درجة حرارة الكورونا مع درجة حرارة المنطقة العليا من طبقة الكروموسفير أي حوالي مليون درجة مطلقة وإن كانت هناك مناطق من الكورونا تزيد درجة حرارتها على ذلك بكثير.

المجال المغناطيسي للشمس :

لم يتضح أن للشمس مجالا مغناطيسيا عاما حتى سنة ١٩٥٣م فقد كان من الصعب قبل ذلك اكتشافه بسبب ضعف شدته ، إلى أن تمكن الفلكيان الأب هوراس د. بابكوك وأبنه هوراس و. بابكوك أخيرا من قياسه بواسطة جهاز صمماه وأطلقا عليه اسم ماجنيتوجراف الشمس. ويبدو أن المجال المغناطيسي يتأرجح بدون سبب ظاهر ففي عام ١٩٥٣م عندما تم اكتشاف المجال بصورة لا تقبل الشك كان قطبه الموجب في النصف الشمالي للكره الشمسية وقطبه السالب في نصفها الجنوبي ، وبعد عام ١٩٥٣م بفترة قصيرة أخذ المجال العام في الاضمحلال إلى أن وصل إلى درجة لا يمكن الإحساس به عندها. وفي عام ١٩٥٧م ظهر المجال المغناطيسي في النصف الجنوبي ثانية ولكنه كان موجبا هذه المرة بعد أن كان سالبا ، وبعد انقضاء فترة قصيرة ظهر المجال المغناطيسي في نصف الكرة الشمسية الشمالي وكان موجبا أيضا ، وكان كلا المجالين الشمالي والجنوبي ضعيفين. وفي وقت متأخر من عام ١٩٥٨ انعكس المجال الشمالي فجأة فأصبح سالبا. أي أن قطبية المجال قد



خط قوى مغناطيسي متجه من الشمال إلى الجنوب تم تشكيله على هيئة عروة مفتوحة نتيجة لسرعة دوران الشمس الكبيرة عند خط استوائها.



المجال المغناطيسي في باطن الشمس بعد دورات كثيرة ويلاحظ أن خطوط القوى المغناطيسية قد تشكلت على هيئة مجال قوى في اتجاه شرق – غرب تحت السطح كنتيجة للدوران التفاضلي للشمس.

انعكست عما كانت عليه في عام ١٩٥٣. ويتم انعكاس الإشارة وقت أوج النشاط الشمسي إلا أنه لا يزال من غير الواضح إن كان هناك علاقة بين الحادثتين (انعكاس القطبين وأوج النشاط الشمسي).

ويدل كل من انعكاس الإشارة وبقاء المجالين متشابهي الإشارة لفترة ما على أن المجال المغناطيسي العام للشمس يختلف عن مثيله للأرض بل وأن المجال المغناطيسي للأرض بسيطا بينما المجال المغناطيسي للشمس أكثر تعقيدا. وفي محاولة لتفسير المجال المغناطيسي للشمس ظهرت نظريتان ، تفترض النظرية الأولى أن المجال المغناطيسي الحالي للشمس هو ما تخلف من زمن تشكيلها وفي هذه الحالة فإن القوة المغناطيسية ستقل ببطء ويقل معها نشاط الشمس ، وإذا كان الأمر كذلك فإن طبيعة تأثيراتها في الأرض سوف تتغير عبر مدى زمني طويل ، بمعنى أن فترة ألف عام ستكون أقصر من أن تكشف عن هذا التغيير. وتفترض النظرية الثانية والتي يطلق عليها في بعض المراجع نظرية الدينامو ، أنه بطريقة ما يتم تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مغناطيسية ، وأن تحركات الجسيمات المشحونة في دوامات هي التي تبقي على المجال المغناطيسي عبر فترات زمنية طويلة. ولقد اكتشف جيولوجي أسترالي اسمه جورج ويليامز أخيرا ، كيف كانت الشمس تسلك من ٧٠٠ مليون سنة في العصور ما قبل الكمبرى. حيث اكتشف حجارة تحمل رسالة شفرية عن الطقس قبل أن توجد حياة. فعند نهاية العصور الجليدية كانت كمية الفيضانات السنوية في البحيرات القديمة تزيد أو تنقص حسب متوسط الحرارة ، وكانت هذه الفيضانات تسبب رواسب تسمى "الفارف" و تكون طبقات متميزة بمثل تميز حلقات الأشجار التي تسجل وتحكي عن تاريخ التغيرات المناخية والتي سوف نتعرض لها عند مناقشة تأثير النشاط الشمسي على التغيرات المناخية الأرضية. وتشكيل "إيلاتينا" في جنوب أستراليا بالقرب من سلسلة جبال فلايندرز هو أحد الأمثلة على الفارف.

وقد قام العالم بريسويل بتحليل مفصل لطبقات من "الفارف" تغطي فترة زمنية من ١٣٣٧ سنة ، وأظهرت هذه الطبقات شواهد واضحة على وجود إيقاعات تحدث كل ١١، ٢٢سنة وتجودها إيقاعات دورية أبطأ ، كل ٣١٤ سنة و ٣٥٠ سنة.

وتخبرنا هذه الدورات الأبطأ بزمن وصول الحرارة إلى الأرض ، وهي علاقة غير مباشرة فحسب بمسألة دورة البقع الشمسية علـى أن دورات ١١ سنة و٢٢ سنة توحي بشيء ما. وهنا يأتي الاكتشاف المثير للاهتمام. فعمر دورات بقع الشمس يبلغ في المتوسط ١١ سنة ولكن مدى التغير يكون من القصر بحيث يصل الى ٨ سنوات أو يزيد إلى ١٥ سنة ويبدو أن الساعة الداخلية للشمس ، تعيد الأمور إلى مجراها كل ٢٢ سنة. وقد وجد بريسويل أن الدورات التي في ثخانات طبقات الفارف تظهر أيضا هذا النوع من السلوك ، وهي تحدث بسبب تعديلات دورة الـ ٣٥٠ سنة وتفاعلها مع دورة الـ ١١ سنة ، وقد بين بريسويل أن دورة الـ ٣١٤ سنة توفر إطارا يحدد قوة نشاط الذروة في دروات الـ ١١سنة.

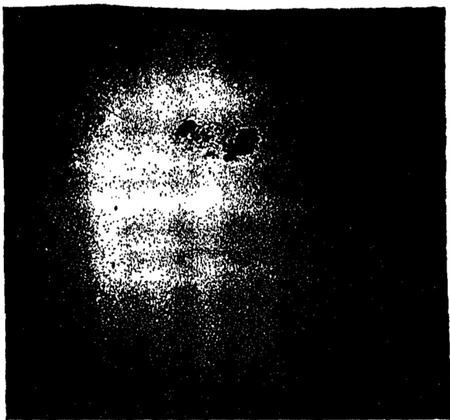
وقد نبه بريسويل إلى تلازم نظرية الدورات الأربع بصورة جيدة مع زيادات وتناقصات البقع الشمسية وقد تنبأ بزيادة مضطردة في النشاط الشمسي حتى عام ١٩٩١. وأنه ستكون هناك ذروة في عدد البقع الشمسية في هذه السنة بما يصل إلى نحو ١٠٠ بقعة أو أكثر تبعا لهذه النظرية ، كما أشار إلى أنه إذا تبين صدق نبوءته هذه ، فإن ذلك سيثبت أن طبقات الفارف القديمة تخبرنا بالفعل كيف تسلك الشمس الآن. وأن ذلك بالتالي سوف يزيد نظرية تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة مغناطيسية (نظرية الدينامو). وبالفعل جاء عام ١٩٩١ بما يثبت صحة توقعات بريسويل عن مستوى النشاط في هذه السنة ويؤكد صدق نبوءته.

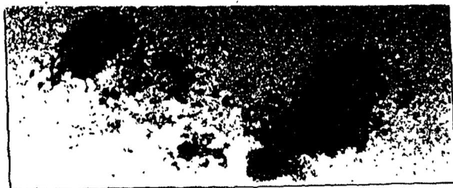
النشاط الشمسي :

يظهر سطح الشمس في حالة إضطراب دائم لما يتكون عليه من عواصف وبقع شمسيه ، ولما يبدو فيه من فوارنات ضخمه ، وما ينبثق منه من ألسنة اللهب المتوهج ويتجلى النشاط الشمسي في عدة ظواهر مختلفة نوضحها فيما يلي في صورة مبسطة موجزة.

أ- البقع الشمسية :

ربما تكون البقع الشمسية هي اكثر الظواهر المتصلة بالنشاط الشمسي وضوحا بل وتستخدم كمقياس يعبر عن مدى قوة هذا النشاط. ولقد عرفت البقع

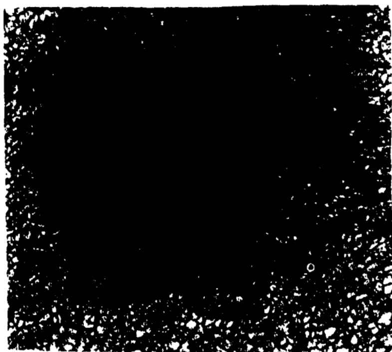




صورة لحشد كبير من البقع الشمسية مأخوذة باستخدام منظار ١٠٠ بوصة في عام ١٩٧٤ في قمة دورة نشاط شمسي وتوضح الصورة السفلية منظر مكبر لهذا الحشد.

الشمسية منذ زمن قديم جدا ربما يعود إلى فترة ما قبل الميلاد ، وبالرغم من ذلك فقد كان الاعتقاد السائد في ذلك الوقت أن الشمس كرة خالية من أي تشوهات ، ولكن باستخدام المنظار الفلكي في عام ١٦٠٩ ميلادية أصبحت البقع الشمسية حقيقة لا جدال فيها.

وقد يظن البعض خطأ أن جاليليو هو أول من رأي البقع بمقرابه الرائد ، والحقيقة أن الصينيين القدماء كانوا أول من رأى البقع الشمسية بالعين المجردة وهي حالات نادرة لا يقل فيها اتساع البقعة عن ٤٠٠٠٠ كم٢ ، وقد دونت هذه الظاهرة في سجلاتهم على إنها طيور حائمة على قرص الشمس ولكن جاليليو فسرها بأنها ليست كواكب حول الشمس تلقي بظلالها عليها كما أفترض ذلك شينرسيرات وآخرون ولكنها ظاهرة على سطح الشمس نفسها وتدور معها. وكانت نظريته الشخصية أن البقع ذات طبيعة بخارية أو تنفسية لسحب أو أدخنة ، ولكن السير وليم هيرتشل قال أنها ثقوب في الغلاف الجوي. ويعود الفهم الحقيق لطبيعتها إلى عام ١٩٠٨ حيث اكتشف جورج هيل أن للبقع الشمسية مجالا مغناطيسيا شديدا من خلال أطيافها ذات الخطوط المنفلقة بتأثير زيمان ورغم ذلك فسرها على أنها عواصف دوامية عملاقة. وتظهر البقع الشمسية من خلال المناظير الفلكية واضحة محددة المعالم كأنها فوهات أو بقع مظلمة يشتد إظلامها في منطقة المركز وتسمى المنطقة المركزية "منطقة الظل" بينما تزداد شدة إضاءة البقعة حول المنطقة المركزية مكونة منطقة شبه الظل . ويمكن تشبيه البقعة الشمسية بدوامة مائية،وتتواجد البقع الشمسية في أحجام مختلفة تتراوح في قطرها بين عدة مليمترات أو أقل إلى الآلاف الكيلومترات وربما يصل إلى مائة ألف كيلومتر وهذه في الحقيقة تكون نادرة . وتسمى البقع الشمسية التي يصعب رؤيتها حتى بالمناظير وذلك لصغرها ودقة حجمها بالبقع المسامية وتستمر هذه البقع في الظهور لفترة قصيرة لا تزيد على عدة ساعات ثم تختفي . أما البقع الأكبر حجما منها فقد تستمر لعدة أيام أو أسبوع على الأكثر قبل أن تختفي،بينما يمكن للبقع الكبيرة أن تمكث فترة تصل إلى عدة أسابيع أو أكثر بحيث تعبر وجه الشمس أثناء دورانها وتنتقل إلى الجانب الآخر من الشمس بعد فترة تصل إلى شهر تقريبا . ويصل عدد البقع التي تعمر ما يقرب من شهر أي



صورة مأخوذة لبقعة شمسية باستخدام البالونات ويظهر فيها بوضوح منطقة الظل في المركز وهي المنطقة الأكثر إظلاماً يحيط بها منطقة شبه الظل وهي منطقة أكثر لمعاناً كما يظهر في خلفية الصورة تفاصيل سطح الكرة الضوئية (الفوتوسفير).

التي تتم دورانها مع الشمس حول محورها في فترة ٢٥ يوما إلى أقل من ١٠% من عدد البقع الكلي . وبلغت مساحة أكبر بقعة تم تسجيلها حتى الآن والتي ظهرت في عام ١٩٤٧ أكثر من بليون كيلومتر مربع بينما بلغ أطول وقت تم تسجيله لاستمرارية ظهور بقعة شمسية حوالي ١٨ شهرا وكان ذلك للبقعة الشمسية هائلة الحجم التي رصدت عام ١٨٤٠ .

والبقع الشمسية هي مناطق في سطح الشمس درجة حرارتها أقل بعدة آلاف من الدرجات عما يجاورها من المناطق الغازية ولذا فإنها تبدو أكثر إظلاما أو اسودادا من المناطق المحيطة بها . ويبلغ متوسط درجة الحرارة في منطقة البقعة الشمسية حوالي ٤٠٠٠ درجة مطلقة بينما درجة حرارة الشمس ٦٠٠٠ درجة مطلقة وهذا الفرق في درجة الحرارة هو ما يجعل البقعة الشمسية أكثر إظلاما من المناطق التي حولها رغم لمعانها الذاتي ، وقد يثار تساؤل عن كيفية تكون مناطق باردة نسبيا في وسط محاط بالغازات الساخنة التي لابد وأن تساهم فورا في انتقال الحرارة إلى تلك المناطق الباردة لإعادتها إلى متوسط درجة الحرارة المعتاد لسطح الشمس. يرجع العلماء تكون هذه المناطق الباردة إلى تولد مجال مغناطيسي قوي الشدة يصل في المتوسط إلى ٣٠٠٠ جاوس في مناطق البقع الشمسية مما يؤدي إلى انحراف الجسيمات المشحونة ومنعها من الاقتراب من تلك المنطقة ، وبالتالي يتوقف التسخين عن طريق تيارات الحمل بصفة مؤقتة في هذه المناطق ، وتتكون البقع الشمسية. ولقد أدى هذا التفسير إلى الاعتقاد بأن المجال المغناطيسي ينشأ قبل البقع الشمسية وأن البقع تنشأ بفعل المجال المغناطيسي. فإذا سلمنا بهذا فإن المجالات المغناطيسية تكون في هذه الحالة محلية وقائمة بذاتها مما يثير تساؤل آخر عن أصل تكون هذه المجالات المغناطيسية. ذهب بعض العلماء إلى أن هذه المجالات المغناطيسية تنشأ من التيارات الكهربية الضخمة التي تسري في الشمس كنتاج الكم الهائل من الجسيمات المشحونة.

هذا عن تكون البقع الشمسية فماذا عن اختفائها؟



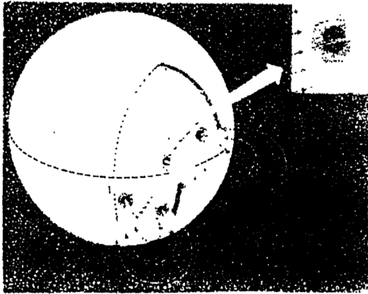
انحراف الجسيمات المشحونة على حدود المجال المغناطيسي في منطقة تكون البقعـــة الشمســية مما يوقف عمليات التسخين عن طريق تيارات الحمل.

تذهب بعض الآراء إلى أن اختفاء البقعة الشمسية يتم عن طريق تسخين منطقة البقعة عن طريق الفوتونات غير المشحونة والموجودة في المنطقة أسفل البقعة إلى أن يتم التوازن الحراري مع المناطق المحيطة فتختفي البقعة.

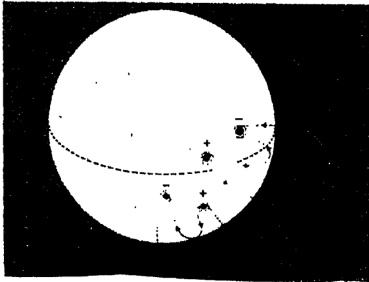
وتنتظم البقع الشمسية عادة بشكل أزواج أو في مجموعات أي أنها لا تحدث فرادى ويمكن أن تحتوي المجموعات الكبيرة على عدة مئات من البقع الشمسية ذات الأحجام المختلفة. وفي حالة البقع التي تظهر على شكل ثنائيات نجد أن هناك بقعة قائدة وأخرى تابعة ومن العجيب أنهما يكونان متضادان في المجال المغناطيسي أي أن احداهما موجب والأخرى سالبة لذا يطلق عليهما "الزوج ثنائي القطب".

وغالبا ما تظهر المجموعات على شكل مجموعتان متوازيتان على جانبي خط الاستواء مما أعطى انطباعا على أنه لا بد من وجود سبب لذلك ، ولقد فسرّ العلماء هذه الظاهرة بأن المجموعتان المتوازيتان قد نشأتا عن انقسام مجال مغناطيسي حلقي الشكل قادم من باطن الشمس عند السطح على جانبي خط الاستواء. وتظهر في هذه المجوعات أيضا نفس الخاصية السابقة حيث نجد أن كل بقعتين متقابلتين في المجموعتين المتوازيتين متضادتي القطبية.

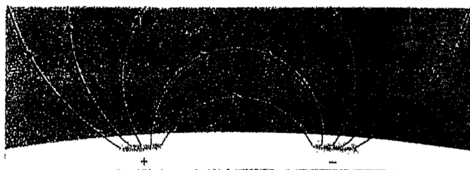
ولا تظهر البقع الشمسية على سطح الشمس بأعداد منتظمة الكثافة ولكن (وهذا في النادر) قد لا تشاهد أي بقعة شمسية على سطح الشمس في وقت من الأوقات ، بينما تظهر أعداد قليلة في وقت ثان ، وقد تشاهد كثير من البقع في وقت ثالث وهكذا. وبينت الدراسات الإحصائية أن البقع الشمسية تنتظم في دورات ، ويبلغ متوسط طول الدورة ١١ سنة ويعرف هذا التغيير الدوري في عدد البقع الشمسية "بدورة النشاط الشمسي". وتشير البيانات الإحصائية الدقيقة إلى أن الفترة الزمنية بين قمتين تتراوح بين ٧,٣ سنة إلى ١٧ سنة وبين قاعين من ٨,٥ إلى ١٤ سنة كما تشير إلى احتمال وجود دورة بطول ٩٠ سنة بخلاف الدورة المعتادة التي يبلغ متوسط طولها ١١ سنة. ولقد دلت الأرصاد المستمرة للبقع الشمسية خلال فترة زمنية طويلة عل تمركز هذه البقع دائما في المنطقة المحصورة بين خطي عرض ٣٥ ° شمالا وجنوبا وخط استواء الشمس ولا تظهر البقع الشمسية عند الأقطاب أو بجوارها. فإذا تتبعنا دورات النشاط الشمسي نلاحظ أنه عند بداية الحضيض للنشاط



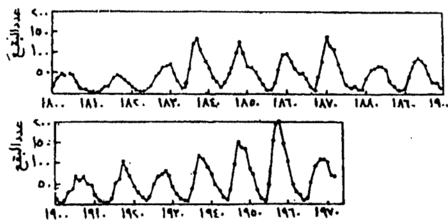
انفجار عقدة مغناطيسية إلى خارج سطح الشمس



زوج من البقع الشمسية متضادي القطبية المغناطيسية وتكون قطبية البقعة القائدة سالبة في نصف الكره الشمسية الشمالي ومؤجبة في نصف الكرة الشمسية الجنوبي وتنعكس القطبية في الدورة الشمسية التالية عند انعكاس المجال المغناطيسي العام للشمس.



المجال المغناطيسي فوق زوج من البقع الشمسية



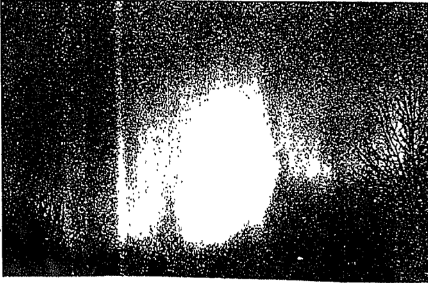
دورة البقـع الشمسية

الشمسي تبدأ البقع الشمسية في التكوين على الجانبين الشمالي والجنوبي من خط الاستواء على ارتفاع ٣٠° وبتقدم الدورة تتكون بقع أخرى تابعة أقرب وأكثر قربا إلى خط الاستواء وعند نهاية الدورة تتكون البقع على بعد يتراوح بين ٣° و ٥° شمالا من خط الاستواء ومع نهاية الدورة تبدأ البقع في التكون على بعد ٣٠° شمالي وجنوبي خط الاستواء مرة أخرى معلنة بداية دورة جديدة.

وتسمى الشمس في الأوقات التي تصل فيها أعداد البقع الشمسية إلى أكبر قيمة لها "بالشمس النشطة" بينما تسمى "بالشمس الهادئة" عندما يصل عدد البقع الشمسية على سطحها أقل قيمة.

وهناك آراء تشير إلى وجود علاقات شمس-أرضية بمعنى وجود ارتباط ظواهر تحدث على سطح الأرض بظواهر النشاط الشمسي المختلفة منها التأثيرات الاجتماعية والتي تتمثل في اضطراب أعصاب الناس واشتداد عصبيتهم وارتفاع نسبة الطلاق في أثناء دورة دورات النشاط الشمسي. ومنها التأثيرات الاقتصادية التي تكلف سكان الأرض الكثير ولعلنا نتذكر الفوضى وأحداث الشغب والسلب والنهب الشهيرة التي حدثت في مدينة نيويورك في أثناء انقطاع التيار الكهربي عام ١٩٧٧ في تلك المدينة. وكان ذلك نتيجة لحدوث تأجج شمسي قوي تصادف أن يتزامن مع قمة نهاية عظمى للدورة الشمسية مما زاد الحمل على محطات القوى الكهربية وأدى إلى انقطاع التيار الكهربي.

وفي مارس عام ١٩٨٩ ونتيجة لوجود بقعة شمسية كبيرة تتحرك حركة دورانية على سطح الشمس ، تولدت بعض التأججات الشمسية (السنة اللهب) القوية ، وذلك نتيجة للمجال المغناطيسي الناشئ عن البقعة الشمسية. وقد تسببت هذه التأججات في انبعاث فيضي كبير من الأشعة الضوئية اللامعة عبر كل الأطوال الموجية ، مصحوبة بتدفق كبير من الجسيمات عالية الطاقة حيث تهبط البرتونات النشطة في ملفات حلزونية عبر المجال المغناطيسي الأرضي. وتتسبب في توليد تيار كهربي حثي منخفض التردد في الكابلات الكهربية المكونة لشبكة الطاقة الكهربية.



العاصفة المغناطيسية الهائلة التي هبت في ١٣ مارس ١٩٨٩ الناتجة عن تأجج شمسي قـــوي نتيجة لوجود بقعة شمسية كبيرة



صورة أخرى للعاصفة المغناطيسية في ١٣ مارس ١٩٨٩

وفي تمام الساعة الثانية وأربع وأربعين دقيقة من يوم ١٣ مارس من عام ١٩٨٩ ، تسبب هبوب عاصفة مغناطيسية عنيفة في قطع التيار الكهربي في محطة توليد كهرباء خليج جيمس وسرعان ما تسبب ذلك في انهيار كلي لنظام الطاقة الكهربية في مقاطعة كويبك. وفي تمام الساعة الثانية وست وأربعين دقيقة إنقطع التيار الكهربي في مدينة مونتريال ومقاطعة كويبك. وتوقفت المصاعد وأضواء إشارات المرور كما توقفت أنظمة التدفئة في المنازل في هذه الليلة الباردة من ليالي الشتاء. وفي الساعة العاشرة وخمسين دقيقة تم إعادة تشغيل ٥٠% من الخدمات الكهربية وظلت الكهرباء منقطعة حتى منتصف الليل. ولم يقتصر الأمر على مقاطعة كويبك بل أنقطع التيار الكهربي أيضا في أونتاريو وكولومبيا البريطانية والسويد. وكذلك في بعض محطات القوى المحلية في بنسلفانيا ، ونيوجيرسي ، ونيويورك ، ومريلاند ، ونيومكسيكو ، وأريزونا وكاليفورنيا ولكن لفترات أقصر. وامتد تأثير هذه التأججات الشمسية إلى إحداث خلل في نظام طبقة الأيونوسفير لمدة عدة أيام فانهارت وسائل الاتصالات الراديوية مما أدى إلى توقف الإشارات البحرية والملاحية واضطراب جميع وسائل الاتصالات التليفونية.

وكانت هذه التأججات مكلفة جدا فقد تسببت في خسارة قدرها عشرة مليون دولار نتيجة لتحول الصلب في أثناء مراحل تصنيعه بسبب انقطاع الكهرباء إلى خردة. وقدرت خسائر شركة جنرال موتورز لتجميع السيارات بحوالي ٦,٤ مليون دولار لتوقف خطوط إنتاجها.

كما قدرت خسائر دوائر الاقتصاد الأخرى في كويبك بحوالي عشرة ملايين دولار نتيجة لتوقف الإنتاج أو فساد المنتجات وتعطل العمالة. كما بينت هذه الحادثة ضرورة تدبير مبلغ ٢ بليون دولار لشركة هيدروكويبك للكهرباء وذلك لتلافي حدوث انقطاع الكهرباء مرة ثانية في حادث مماثل.

وتسبب انهيار شبكة الطاقة الكهربية وانقطاع التيار الكهربي في المدن والبلاد الأخرى التي أشرنا إليها إلى خسائر مالية فادحة أيضا. فلقد خسرت الولايات المتحدة ما يقارب من ٢٥ مليون دولار بسبب تدمير محول كهربي ، كما أصيب قمر صناعي تجاري بأعطال بالغة حيث احترقت فيه بعض الدوائر مما أدى إلى فقد

السيطرة على التحكم في الارتفاع الأمر الذي أدى إلى اختصار عمر القمر في مداره مما أدى إلى خسارة ١٠٠٠ مليون دولار وهكذا نرى مدى الخسارة الفادحة نتيجة لبقعة شمسية واحدة تصرفت بطريقة عدائية حادة. هذا وتؤكد كثير من الدراسات إلى ارتباط التغيرات المناخية القاسية والعواصف المغناطيسية الشرسة بالبقع الشمسية.

ولقد أرغمت النظم الاجتماعية الحالية المعقدة تكنولوجيا الإنسان على مد نشاطه من أدنى طبقات الغلاف الجوي للأرض إلى سطح الشمس ، لتصبح السماء ضمن غطاء بيئتنا التي يجب علينا أن نهتم بها ، ونتعرف عليها معرفة مستفيضة ، والأمثلة على ذلك كثيرة. فها نحن نجد أن تأثيرات النشاط الشمسي كما تؤثر في الأرض يمتد تأثيرها إلى الفضاء الكوني وتتسبب في فقد القمر الصناعي "إنك" وإلى تأخير إقلاع تلسكوب هابل وكذلك في العودة المبكرة للمحطة الفضائية "سكاي لاب" إلى سطح الأرض عام ١٩٧٩ قبل إتمام المهام المنوطة بها.

ولقد كانت الآراء التي تشير إلى وجود علاقة ارتباط بين عدد البقع الشمسية التي تمثل النشاط الشمسي وتأثيرات مناخية على سطح الأرض مثارا دائما للجدل بين العلماء ويرى المؤيدون للرأي القائل بوجود هذه العلاقة ، في الطقس السيء الذي تعرضت له أوروبا الشمالية فيما بين عامي ١٦٤٠م و ١٧٢٠م والذي تزامن مع خلو سطح الشمس تقريبا من البقع الشمسية حيث أطلق على هذه الفترة حد "مس موندر" الأدنى دليلا قاطعا على صحة رأيهم. حيث ربطوا بين فترة الهدوء الشمسي هذه وما أطلق عليه العصر الجليدي المصغر في أوروبا الشمالية.

ويبدو هذا الموضوع أكثر إثارة إذا ما عرفنا أن اختبارات التأثيرات المناخية الشمس–أرضية يمكن أن تعود إلى الوراء أكثر باستخدام حلقات الأشجار لاستنتاج معدل إنتاج (نظير الكربون ١٤) فماذا عن حكاية هذه الحلقات الشجرية ؟

تتعرض الأرض بصفة مستمرة إلى فيض منهمر من الأشعة الكونية التي تتميز بعلاقة عكسية مع دورات النشاط الشمسي. فعندما تكون الشمس نشطة أو بمعنى آخر في الفترات التي تتزايد فيها عدد البقع الشمسية ، تنطلق من الشمس عواصف نطلق عليها الرياح الشمسية. تلك الرياح التي تقوم بإضعاف الأشعة

الكونية وحمايتنا منها. أما في حالة الشمس الهادئة أو في الفترات التي تتميز بقلة عدد البقع الشمسية على سطح الشمس ، تصل الأشعة الكونية إلى جو الأرض بغزارة وتحول النتروجين إلى نوع خاص من الكربون يسمى (الكربون ١٤). وكما نعرف فإن نواة ذرة الكربون في الحالة العادية تحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات ، أما في حالة صورة الكربون غير المستقر والذي نطلق عليه (كربون ١٤) ، وتتسبب الأشعة الكونية في تكوينه ، فإن نواته تحتوي على ستة بروتونات وثمانية نيوترونات. ويسبح هذا النوع من ذرات الكربون في ثاني أكسيد الكربون الموجد في الجو ، حيث يتم امتصاصه بواسطة الأشجار والنباتات ، ويتحلل الكربون بسرعة معينة لينتهي إلى شكل الكربون المستقر أي (كربون ١٢). فإذا كان لديك شجرة ذات عمر معلوم ، وقمت بعمل قطاع عرضي في جذعها فإنك تستطيع العودة بالتاريخ وذلك بقياس كمية (الكربون-١٤). حيث تمثل حلقات الأشجار المصدر المثالي لذلك. إذ أن كل حلقة من حلقات الشجرة تمثل ما يقرب من سنة. وتعتمد نسبة الكربون-١٤ على العمر المعروف للحلقة ، وكثافة الأشعة الكونية في تلك السنة. وهكذا يمكن أن تمدنا حلقات الأشجار بسجل تاريخي عن المناخ.

وقد وجد ان معدل إنتاج الكربون-١٤كان أكبر من العادي خلال فترات حد شبورر في الفترة من بين ١٤٢٠م-١٥٧٠م ، وحد مس موندر في الفترة ما بين ١٦٤٥م-١٧١٥م وهي الفترات التي اختفت فيها البقع الشمسية من على سطح الشمس تقريبا أي هي فترات الحد الأدنى للنشاط الشمسي. ما يشير إلى أن تركيز الكربون-١٤ ، إنما يشكل مؤشرا عكسيا للنشاط الشمسي. أو بمعنى آخر ، فإن نشاط شمسيا كبيرا يقابله تركيزا قليلا للكربون-١٤ ، والعكس صحيح وعلى هذا فربما كانت تلك الآراء التي قالت أن عدة بقع أو لطخات صغيرة على سطح الشمس قد تغير مجرى التاريخ على قدر كبير من الصواب.

ب- شعيلات الفوتوسفير :

عندما تتكون البقع الشمسية بالقرب من حافة الشمس تكون مصحوبة بمساحات لامعة ومرتفعة تعرف باسم الشعيلات الفوتوسفيريه وذلك لتكونها في المنطقة الضوئية. وكلما تحركت البقع الشمسية ناحية مركز الشمس يقل بريق

الشعيلات ومن ثم يصعب رؤيتها مقارنة بالبريق اللامع لقرص الشمس. ولقد وجد أنه في كثير من الأحيان يتم اكتشاف ظهور الشعيلات قبل تكون البقع الشمسية مما قد يجعلها وسيلة للتنبؤ عن قرب ولادة بقعة شمسية وفي بعض الأحوال الأخرى يستمر وجود الشعيلات الفوتوسفيرية بعد اختفاء البقعة الشمسية مما يجعلنا نعتقد أن الشعيلات الفوتوسفيرية أكثر ارتباطا بالمجال المغناطيسي من البقع الشمسية بل وأن المجال المغناطيسي هو مصدرهما معا.

وبخلاف البقع الشمسية التي لا يمكن أن تظهر على ارتفاع أكثر من ٣٥° شمال أو جنوب خط الاستواء الشمسي فإننا نلاحظ ظهور بعض الشعيلات الفوتوسفيرية على ارتفاعات أكثر من ذلك. ويمكن تفسير هذه الظاهرة بأن المجالات المغناطيسية التي تسببت في نشأة هذه الشعيلات كانت أضعف من أن يتولد عنها بقع شمسية.

جـ- شعيلات الكروموسفير :

وهي مناطق ومساحات لامعة في الطبقة اللونية ، تنشأ مصاحبة للبقع الشمسية مثلها في ذلك مثل شعيلات الفوتوسفير. كما أنها قد تتواجد أيضا قبل ميلاد البقعة الشمسية وقد تشاهد بعد اختفائها. وفي الواقع يمكن القول أن الشعيلات الفوتوسفيرية والشعيلات الكروموسفيرية متصاحبتان وأنه إذا حدث وشوهدت الشعيلات الكروموسفيرية دون مشاهدة الشعيلات الفوتوسفيرية فإن ذلك لا يرجع إلى عدم تكون الأخيرة وإنما يرجع إلى صعوبة مشاهدتها مقارنة بلمعان الطبقات الضوئية الشديد.

د-النتوءات الشمسية :

وهي ظواهر تشاهد مع البقع الشمسية وهي عبارة عن روافد هائلة من الغاز ترتفع من الكروموسفير في الكورونا ويمكن أن تأخذ أشكالا عديدة ويسود الاعتقاد أحيانا أن النتوءات تتكون أولا في الكورونا ثم تهبط إلى الكروموسفير.

وتنقسم النتوءات إلى قسمين :

- النتوءات الهادئة :

وهي تلك التي تتطور ببطء ويصل طول النتوء الواحد إلـــى ١٢٠٠٠٠ كـم وعرضه في المتوسط الى ٤٠٠٠٠ كم وتظهر على شكل فتائل داكنة طويلة وهـــذا يدل على أنها مناطق باردة أي أكثر برودة من مناطق الكورونا إلى تنفذ خلالها وقـد قدر العلماء درجة حرارة النتوءات الهادئة بحوالي ١٨٠٠٠°م بينما درجة حـــرارة الكورونا تصل إلى المليون وقد وجد أن كثافة هذه النتوءات أكبر من كثافة الكورونا بأكثر من مائة مره ويحتمل أن تحتوي هذه النتوءات على غاز الهيدروجين المتـــأين وقد تبقى هذه النتوءات لبضعة شهور وقد تتحرك النتوءات الهادئة بعيده عن منطقـة البقع الشمسية ولا ترافقها بعد ذلك أبدا.

- النتوءات النشطة :

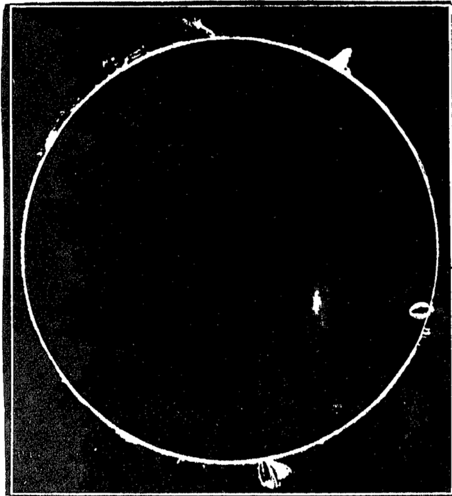
هي أكثر لمعانا من النتوءات الهادئة وتصل درجة حرارتـــها إلـــى حوالـــي ٥٥٤٠٠٠ ولذا فأنه يسهل دائما مشاهدتها وهي بخلاف النتوءات الهادئـــة مرتبطـــة بالبقع الشمسية ولا تغادر أبدا أماكن نشاطها وتتشكل هذه النتوءات غالبا على أشكال حلزونية وربما قناطر كبيره حيث تصل هذه القناطر بين بقعتين متضادتي القطبيـــة. كما وأن هناك نوع ثالث من النتوءات يسمى بالنتوء المندفع وذلك في حالة ما يخرج النتوء من الشمس باندفاع شديد.

هـ- السنيبلات :

وهي من الظواهر الشمسية التي يمكن رؤيتها في جميع الأوقات ولا علاقـــة لها بالاضطرابات المغناطيسية حيث أنها تنشأ في مناطق غـــير مضطربـــة وهـــذه الظواهر هي السنيبلات وهي عبارة عن نفاثات من الغاز الملتهب تنطلـــق بســـرعة تتراوح بين ٢٠ ، ٣٠ كم/ث من قمة الكروموسفير وتصل إلى ارتفاعـــات عاليـــة وبعد أن تصل إلى أعلى ارتفاع لها تظل معلقة لبعض الوقت ثم تختفي متدفقة نحـــو الأسفل من هذه الارتفاعات الكبيرة وكأنها مطر ناري وعمر السنيبلات قصير فـــهو لا يتعدى خمس دقائق.

و- التأجج الشمسي - الوهج الشمسي - ألسنة اللهب

هو ظاهرة مرئية تظهر فجأة حيث تحدث على سطح الشمس فورانات كبـيره من الطاقة مغطية عدة ملايين من الكيلومترات المربعة من سطح الشـــمس فيظـــهر



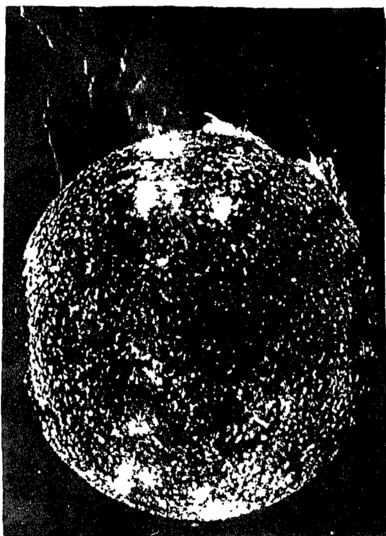
صورة مأخوذة للشمس في ضـــوء الكالســيوم خـــلال كســوف ٩ ديســمبر ١٩٢٩ . وظـــهر الكروموسفير على شكل كرة لامعة ويظهر نتوء نشط يرتفع في الهالة الشمســـية إلـــى ارتفـــاع ١٥٠,٠٠٠ كم عند عدة مواقع على الحافة. أما النتوء المميز في أسفل الصورة فهو عبارة علـــى نتوء على شكل حلزوني أو عروة نشأ في منطقة اضطراب تتميز بمجال مغناطيسي محلي نشـط. ويمثل شكل النتوء مسار خطوط القوى المغناطيسية التي تنحني إلى أعلى في اتجاه الكورونا ثـــم تعود مرة ثانية.



الشكل التركيبي للنتوء ونجده متماثلا مع نموذج نظري تم تحليله بالحاسب الآلي لخطوط القـــوى المغناطيسية الموجودة في منطقة النتوء.



نتوء نشط عملاق على شكل عروة مغلقة وعلى الرغم من أن مظهر العروة يوحي بـأن المـادة الملتهبة تندفع من الشمس عبر إحدى فرعي العروة وتعود عبر الفـرع الآخـر إلا أن الصـور الحركية أثبتت أن المادة الملتهبة إنما تتجمع من الكورونـا عنـد قمـة العـروة وتـهبط إلـى الكروموسفير عبر فرعي العروة.



نتوء مندفع ضخم تم تصويره بإستخدام المحطة الفضائية سكاي لاب



أكبر نتوء تم تصويره حتى الآن ويبدو على شكل قنطرة



صورة لتأجج شمسي ضخم

فجأة على شكل بريق شديد من الضوء يتطور إلى منطقة شعيله كروموسفيريه وحيث الأخيرة ترتبط بالشعيله الفوتوسفيريه والبقع الشمسية فإن هذا يعني أن التأجج يحدث قريبا جدا من مجموعة بقع شمسية. وتتصف ظاهرة الوهج بنموها السريع حتى لتصل إلى أقصى شدة لها خلال عدة دقائق كما وأنها تختفي خلال فترة زمنية تتراوح ما بين ١٠-١٥ دقيقة إلى عدة ساعات تبعا لحجم الوهج. ويتولد عن التأججات الكبيرة عواصف من البروتونات والجسيمات المشحونة تتداخل مع الاتصالات اللاسلكية على الأرض وتلعب دورا تخريبيا في الاتصالات الراديوية وينشأ من هذا النوع من التأججات عدد قليل ، لا يزيد عن أثنين أو ثلاثة في العام الواحد ، وفي معظم الأحيان يكون التأجج الكبير متبوعا بتأججات صغيرة كثيرة في خلال عدة أيام.

وينشأ عن التأججات الكبيرة ضوء قطبي شديد يطلق عليه اسم الوهج القطبي أو الشفق القطبي. وينجم الشفق القطبي عن أجزاء من ذرات (الكترونات ذات شحنة سالبة وبروتونات موجبة) قذفت بها الشمس ثم تفاعلت مع المجال المغناطيسي للأرض. ويقوم هذا المجال بزيادة سرعة هذه الجسيمات ، وتصطدم بالذرات التي في جونا وتمزقها و ينجم عن ذلك ومضات ضوء.

وحتى نرى الشفق القطبي فإننا نحتاج إلى طقس صاف وأن نكون بعيدين عن خط الاستواء والأفضل أن نكون قريبين من القطبين.

وبينما تعتبر العواصف الجسيمية الناشئة من التأججات الضخمة أحداثا كبيرة فإننا نجد الأرض تتعرض لتيارات أصغر واقل طاقة وتسمى هذه التيارات بالرياح الشمسية ، وتنشأ هذه الرياح بسبب ارتفاع درجة حرارة الكورونا لدرجة تكفي لإكساب الجسيمات سرعات كبيرة تمكنها من الهروب من جاذبية الشمس. وتبلغ هذه السرعات قدرا يتراوح ما بين ١٨٠كم إلى ٦٥٠ كم/ث ، ويعتقد أن معظم مادة الرياح الشمسية يتم تغذيتها من الكورونا عن طريق السنيبلات التي تنبع باستمرار من الكروموسفير.

الفصل الثاني

الطاقة الشمسية

تعتبر الطاقة الشمسية من أهم مصادر الطاقة النظيفة التي لم يستغلها الإنسان كما يجب ، والتي ينتظر أن تحتل دورها في المستقبل كمصدر رئيسي وهام من مصادرا الطاقة الجديدة والمتجددة فمع نهاية القرن القادم سيشهد العالم غروب شمس العصر الذهبي للطاقة الرخيصة. وإن لم يكن العالم قد أستعد لهذه اللحظة فاستبدل المصادر التقليدية للطاقة بمصادر أخرى ، فليس أمامه إلا العودة إلى العصور المظلمة الباردة التي عاني منها أجداده الأولون.

وتمثل الطاقة بكافة أشكالها دورا أساسيا وجوهريا في التنمية الاقتصادية والاجتماعية للإنسان ، فهي القوة الدافعة لتقدم الصناعة ، ولتحقيق رفاهية الجنس البشري ، وقد كانت التشكيلات الاجتماعية ومستويات الإنتاج كما ونوعا تتحدد دوما بمستوى الطاقة. ونعني بذلك مصادر الطاقة المتوافرة في عصر معين والقدرة التكنولوجية ونمط المعارف السائدة والمقدرة على استخدامها في الإنتاج. فنجد انه في العصور البدائية انحصرت حاجة الإنسان الأولية للطاقة في صورة حاجته إلى غذاء يسد به رمقه ، ويساعده على أداء وظائفه الحيوية ، حيث بلغ مقدرا الطاقة التي يحتاجها حوالي ثلاثة آلاف سعر حراري. وبعد اكتشاف الإنسان للنار وتطويعها حدث تغير أساسي في نمط غذاء الإنسان مما أدى إلى تحسين نوعية حياته ، وقال سبحانه وتعالى في كتابه الكريم :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿الذي جعل لكم من الشجر الأخضر نارا فإذا أنتم منه توقدون﴾

صدق الله العظيم

(يس ٨٠)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿أفرءيتم النار التي تورون ۝ ءأنتم انشأتم شجرتها أم نحن المنشئون ۝ نحن جعلناها تذكرة ومتاعا للمقوين فسبح باسم ربك العظيم﴾

صدق الله العظيم

الواقعة(٧١-٧٣)

نعم لقد تحسنت نوعية حياة الإنسان بعد اكتشاف النار ، حيث تمثل ذلك في ارتفاع استهلاك الإنسان للطاقة حيث أصبح استهلاك الفرد حوالي ثمانية الآلاف سعر حراري يوميا. حدث هذا على الرغم من زيادة عدد السكان ، مما يدل على ان زيادة السكان لم تؤثر في تحسين نوعية الحياة بالنسبة للفرد الذي أصبح يستهلك قدرا من الطاقة يكافئ كمية الطاقة الناتجة من حرق أربعمائة كيلوجرام من الفحم يوميا ، وبذلك ارتفع وارتقى استهلاك المجتمع البشري خلال عصور ما قبل الزراعة إلى ما يكافئ أربعة ملايين طن سنويا.

واصل معدل استهلاك الفرد للطاقة ارتفاعه المستمر بدءا من عصر الزراعة حيث وصل استهلاكه إلى حوالي إثناعشر ألف سعر حراري مرورا بعصر الآلة البخارية حيث بلغ ما يكافئ حوالي أربعة أطنان من الفحم الحجري لكل شخص سنويا. وفي نهاية القرن التاسع عشر أصبح استهلاك الفرد في المجتمع الصناعي حوالي خمس وسبعون ألف سعر حراري في اليوم. ومع بداية الثورة الصناعية وحتى اليوم وما صاحب ذلك من تطور هائل في التكنولوجيا على نحو يصعب ملاحقته ، تنامت معدلات استهلاك الطاقة في المجتمع البشري حتى بلغ معدل استهلاك الفرد في الولايات المتحدة الأمريكية لدى بداية السبعينات من هذا القرن حوالي ربع مليون سعر حراري في اليوم. ولكن علينا أن نأخذ في الاعتبار ان هذا المعدل لا يمثل مقياسا عاما لاستهلاك الفرد للطاقة ، حيث ان وضع الطاقة المجتمع الأمريكي أفضل من أوضاع الدول الأوروبية المتقدمة. ويكفي أن نعرف أن معدل استهلاك الفرد في أمريكا في السبعينيات حوالي ثمانين مرة قدر ما كان يستهلكه الفرد في العصور البدائية. بينما يتدنى مستوى استهلاك الفرد في الدول النامية في السبعينات ليصل حده الأدنى إلى حوالي ثلاثة آلاف سعر حراري للفرد يوميا ، وهو رقم يرجع بمعدل استهلاك الطاقة إلى ما كان عليه في العصور البدائية إن لم يكن أقل.

ويقاس التقدم الذي وصل إليه الإنسان بشكل أو بآخر بآلاف الآلات التي أخترعها والتي اختلفت من عصر لآخر بحسب مصدر الطاقة المستخدم في تشغيلها ، وبالتالي اختلاف فاعليتها وكفاءتها. على سبيل المثال لا يمكن المقارنة بين

استخدام طاقة الرياح في تسيير السفن الشراعية بالسفن الحديثة والتي تمخر عباب البحار والمحيطات بسرعات عالية أو الغواصات التي تسير بالطاقة النووية في عصرنا الحديث. كما لا يمكن مقارنة القاطرات البخارية التي استخدمت بعد عصر الفحم بالقطارات الحالية التي تسير بسرعات جاوزت مئات الكيلومترات في الساعة كما من اليابان مثلا والتي أدت إلى سهولة الانتقالات والاتصالات.

إن انتقال الإنسان من مستوى حضاري إلى مستوى آخر كان يتحدد دائما بمصدر الطاقة المتاح وإمكانية استغلاله وكان يصاحب هذا الانتقال مرور الإنسان بأزمات تنتج عن اختلال ميزان الطاقة.

ويرتبط نوع التقدم الصناعي ويتحدد اتجاه الصناعات التي يمكن أن تزدهر، تبعا لنوع الطاقة المتوفرة في ذلك العصر. ويقدم التاريخ دلائل وبراهين على هذه العلاقة. فلقد أرتبط ظهور الفحم الحجري مثلا بشكل أو بآخر بالقطارات والسكك الحديدية، حيث كان الفحم مصدرا جيدا لطاقتها الميكانيكية، فتطورت نتيجة لذلك القطارات. ومدت شبكة مترامية الأطراف من السكك الحديدية وهذا بدوره أدى إلى كشف مناجم فحم جديدة. وأصبح موقع المنجم وبعده عن مصادر الاستهلاك عاملا ثانويا في تحديد قيمته، لأن قاطرات السكك الحديدية أصبحت عنصرا فعالا في نقل الفحم لمسافات بعيدة بتكلفة اقتصادية مقبولة.

وعلى الرغم من أن تطور وتنوع مصادر الطاقة يساهم في زيادة رفاهية الإنسان وتمتعه بحياة سهله وسلسة إلا أنه سلاح ذو حدين، فمع تطور الطاقة وازدياد اعتماد الإنتاج على الآلة، يبدأ الاستغناء عن كثير من العمالة التي كانت تؤدي العمل بأيديها. وذلك لأن الآلة قد قامت بدور العدد الكبير منهم، وتبدأ مأساة الإنسان مع البطالة والتاريخ خير شاهد على صحة هذا الموضوع.

وتؤثر الطاقة في توزيع الكثافة السكانية في المجتمعات العمرانية. فلقد أدى اكتشاف الأنواع الجديدة من الطاقة وتطورها إلى هجرة الإنسان من القرية إلى المدينة، وإلى التجمعات الصناعية مما غير في توزيع الكثافة السكانية ومناطق تمركز السكان في العالم، الأمر الذي أنعكس وبشدة على الإخلال في التوازن البيئي.

من المعروف أنه وعلى امتداد التاريخ ، كانت الغالبية من سكان العالم من أهل الريف ونما عدد التجمعات وحجمها على نحو غير متواصل ، ويزداد النمو حيناً ويضعف أحياناً أخرى على مدى آلاف عديدة من السنين الخالية. لكن الانتشار الواسع للمناطق المدينية الذي برز الآن بوضوح حول العالم ، هي ظاهرة خاصة بالقرن العشرين إلى حد كبير ، فحتى عهد قريب نسبياً في عام ١٩٠٠ كان أقل من ١٤% من سكان العالم يعيشون في المدن.

وفي القرن التاسع عشر تضافر التقدم التكنولوجي مع الكميات الهائلة من إمدادات الطاقة لتشجيع تطور المدن الحديثة الكبيرة ونموها. ففي عام ١٨٠٠م عشية الثورة الصناعية ، كان حوالي ربع البريطانيون فقط يقيمون في المدن. وما أن حل عام ١٩٠٠ حتى كان ثلثا السكان يتركزون في المدن ، وقد استمد هذا النمو طاقته من الفحم الحجري الذي حل محل الخشب وصار المصدر الأول للطاقة في أوروبا آنذاك. ثم جاء البترول بعد ذلك بديلا للفحم ، وكان استخدام البترول السبب الرئيسي في نمو المدن الهائل في أواخر القرن العشرين إذ أنه كان مصدر الطاقة للنقل ولترسيخ قواعد العمليات الصناعية. وساعد البترول المدن أيضاً بأن مكنها من تطويل خطوط تموينها ، وفي استجلاب الموارد مثل الطعام والمواد الأولية الخام من نقاط بعيدة ، وكان البترول الرخيص ، والسياسات الاقتصادية التي تُشجع التصنيع السريع متضامنين في دفع النمو المديني في موجه هائلة ما زالت تندفع في أرجاء البلاد النامية. وقد كان نشوء المجتمعات المدينية يُعد دائماً علامة أساسية للنجاح الاجتماعي والاقتصادي في إطار التاريخ الإنساني. ولكن هناك علامة خطر لا يمكن أن نتجاهلها ، وهي أن النمو السكاني لقاطني المدن المتزايد ، والذين بلغ عددهم حتى الآن إلى حوال ٤٣% (أو ما يزيد) من سكان العالم ، جعلهم يستولون على نصيب أكبر مما يخولهم عددهم الحصول عليه من موارد المجتمع المالية والطبيعية. ويتركون وراءهم قدراً غير مناسب من النفايات وما ينتج عنها من مشاكل تلوث البيئة.

أدى توسع المدن في العالم الثالث بالصورة المتسارعة والمرتبطة بتطور وتنوع مصادر الطاقة إلى اتباع سياسات تُقدم مصالح المدن على مصالح الأرياف ،

مما دفع بأهالي الريف إلى الهجرة إلى المدن ، وبالتالي هبـــوط معـــدل الاســـتثمار الزراعى وما نعرفه من آثار سلبية تابعة لذلك.

إن زيادة النمط الاستهلاكي للطاقة فى العالم اجمع علاوة على التوزيع غـــير المتكافئ لاستهلاك الطاقة بين الأفراد فى دول العالم المختلفة (نصيب الفـــرد فـــى الولايات المتحدة الأمريكية من مصادر الطاقة يساوي عشرة أطنان مـــن الوقـــود ، بينما كان نصيب الفرد من الطاقة فى الهند يساوي ٠,٢ طن أي خمسين مرة أقل من نصيب الفرد الأمريكي) يطرح سؤالا هاما جداً :

هل يواجه الإنسان أزمة في الطاقة ؟

إن أحداث حرب أكتوبر المجيدة عام ١٩٧٣ ، وكذا أحداث حرب الخليج وما نشأ عنها من إجراءات اقتصادية لاحتواء أزمة الطاقة وفي مقدمتها رفع أسعار النفط في العالم ، لعلامة بارزة في تاريخ الطاقة ودعوة عقلانية لتقبل الحقيقتين التـــاليتين وفهمهما :

١- إن عهد الطاقة الرخيصة قد ولي ، ولا يتوقع أن يعود إلا من خلال تحقيـــق إنجاز غير متوقع على الصعيد التكنولوجى.

٢- إن مصادر الطاقة التقليدية كالنفط ، والغاز ، والفحم ، كغيرها من مصـــادر ثروات الأرض قابلة للنضوب وإنها إن لم تستهلك بالمنوال الأمثل ، فقد تفـــاجئ العالم بأزمات حادة.

ويعتبر إدراك هاتين الحقيقتين عاملا رئيسيا فى تحديد الحضارة الإنسانية فـــى العهود المقبلة. ونتيجة لذلك تبلورت مفاهيم جديدة للطاقة في الوقت الحالى ، وظهر اتجاه إلى تصنيف مصادر الطاقة إلى مجموعتين :

مجموعة أنظمة الطاقة الكبيرة وتضم :

طاقة الانشطار النووى ، طاقة الاندماج النووى والطاقة الشمسية.

أما المجموعة الثانية فهي مجموعة أنظمة الطاقة الصغيرة والتى تضم :

طاقة الكتلة الحيوية ، طاقة المد و الجزر ، طاقة الرياح ، طاقة حرارة المحيـــط ، الطاقة الشمسية والطاقة المائية.

ونلاحظ أن أنظمة الطاقة الصغيرة أنظمة متجددة ، وإنها تضم الطاقة الشمسية التي تدخل أيضاً ضمن أنظمة الطاقة الكبيرة والسبب في ذلك أنه بتوافر الإمكانيات التكنولوجية في المستقبل يمكننا بناء محطة قدرة كهربية تعمل على الطاقة الشمسية لا تقل قدرتها عن ١٠٠ ميجا واط وفى هذا الحالة لا بد وأن تنتمي الطاقة الشمسية إلى أنظمة الطاقة الكبيرة. وفى نفس الوقت يمكننا استغلال طاقة الشمس فى تسخين الماء مثلا أو فى تشغيل خلية ضوئية مما يجعلها تتدرج ضمن أنظمة الطاقة الصغيرة.

ويجدر الإشارة إلى أن الإنسان لا يمكن الاعتماد على مجموعة أنظمة دون غيرها ، بل لا بد وإن تتطور الأنظمة جميعها بشكل تكاملي خوفاً من حدوث اختناقات مؤقتة تنتج فى الأساس عن الاتجاهات السياسية والاستراتيجية تماماً كما يحدث فى النظام الغذائي الدولى ، حيث أن ظهور المجاعات أو نقص الغذاء فى بعض الأقطار إنما هو نتيجة السياسات الدولية ولا علاقة له البتة بالكمية الفعلية للغذاء المنتج عالمياً.

مما سبق نستطيع أن نؤكد على الأهمية البالغة للطاقة الشمسية لكونها من أنظمة الطاقة الكبيرة ، وأنظمتها الصغيرة فى نفس الوقت ولضخامة حجمها ولأنها من أنظف صور الطاقة التي لا تسبب أي تلوث بيئي. ولكن تُرى ما هو مصدر هذه الطاقة الجبارة الهائلة ؟

تتولد الطاقة الشمسية الهائلة نتيجة لعمليتي : الانكماش التجاذبي – التفاعلات النووية

ويساهم الانكماش التجاذبي فى توليد الطاقة فى النجوم بصفة عامة ، ولتبسيط فهم هذه العملية نفترض أن النجم عبارة عن كرة ملتهبة من الغازات واقعة تحت تأثير قوتين هما ضغط الغازات فى اتجاه الخارج ، وقوة جذب المادة إلى الداخل في اتجاه مركز النجم . فإذا تغلبت قوى الجذب إلى الداخل على قوى ضغط الغاز إلى الخارج إنعدم التوازن وبدأ انكماش النجم. وفي الواقع أن هذه العملية تتم ببطء شديد جداً بحيث أنها قد تستغرق عدة ملايين من السنين. وقد يحدث هذا الانكماش في كل أجزاء النجم أو يكون محدوداً فى جزء معين منه.

وتحدث عملية الانكماش التجاذبى ببساطة شديدة عندما يتم إستهلاك جزءً من الوقود النووي في المنطقة المركزية للنجم وتقل الطاقة النووية ، ونتيجة لذلك يتحرك كل عنصر من مادة النجم إلى الداخل وتقل طاقة وضعه الأمر الذي يجعل الانكماش التجاذبى مصدراً للطاقة.

ولزيادة إيضاح العبارة الأخيرة والتي قد يستغلق فهمها على البعض ، دعونا نتذكر معاً مبدأ ثبات الطاقة والذي ينص فى أبسط مفاهيمه أن الطاقة لا تفنى ولا تُستحدث من عدم. وتبعاً لهذا المبدأ فإن الطاقة الكلية في باطن النجم يجب ألا تتغير في أثناء عملية الانكماش التجاذبي. لذلك فإنه يترتب على النقص الحادث في طاقة الوضع زيادة في صورة أخرى من صور الطاقة فإما أن تزيد الطاقة الحركية للغاز وما يترتب على ذلك من زيادة درجة الحرارة أو تزداد كمية الطاقة الإشعاعية للنجم. وهنا ينشأ سؤال هام ، كيف تتوزع كمية الطاقة الناتجة بين هاتين الصورتين (الحركية والإشعاعية) ؟ بينت الدراسات النظرية أن نصف كمية الطاقة الناشئة عن الانكماش التجاذبى تتسبب فى رفع درجة الحرارة أما النصف الآخر فإنه يخرج على هيئة طاقة إشعاعية.

كان من الطبيعي أن يتساءل العلماء : هل من الممكن أن يكون الانكماش التجاذبي هو المصدر الوحيد للطاقة الشمسية؟ ، للإجابة على هذا التساؤل حاول فريق من العلماء حساب الفترة الزمنية التى تستغرقها الشمس في الإشعاع بنفس معدلها الحالي لو كان مصدر طاقتها ناشئ عن الإنكماش التجاذبي فقط. بينت الحسابات ان الشمس تستطيع أن تستمر في إشعاع الطاقة بمعدلها الحالي لو كان الإنكماش التجاذبي هو المصدر الوحيد للطاقة لمدة ٢٠ مليون سنة منذ بدء عملية الإشعاع. وحيث ان الأدلة الجيولوجية تشير إلى أن عمر القشرة الأرضية يصل إلى عدة بلايين من السنين. وأن المفروض على الأقل أن يكون عمر الشمس مساويا لعمر الأرض ، كما وإن الخطأ في الحسابات لا يمكن بأي حال من الأحوال أن يصل إلى حد يجعل النتيجة أقل ١٠٠ مرة من قيمتها. فإن هذا يؤكد أنه على الرغم ممن أن الانكماش التجاذبي يعتبر مصدرا رئيسيا من مصادر الطاقة في خلال فترة

قصيرة من فترات تطور النجوم ومنها الشمس إلا أنه لا بد من وجود مصدر آخر مسئول عن الجزء الأعظم من الطاقة الشمسية.

لم تمض فترة طويلة من الزمن ، حتى اكتشف العلماء أن هذا المصدر ما هو إلا التفاعلات النووية في داخل الشمس حيث تعتبر النجوم ومنها الشمس طبعا مفاعلات نووية جبارة وفي هذا الجزء سوف نحاول تبسيط مفاهيم التفاعلات النووية داخل النجوم ومنها الشمس.

من الضروري أن نبدأ موضوع التفاعلات النووية متسائلين هل تصلح جميع العناصر الموجودة في مادة باطن النجم أن تدخل فى التفاعلات النووية المتسببة في تحرر الطاقة؟.

بينت الدراسات النظرية المعقدة ، حتمية استبعاد كل العناصر الموجودة في باطن النجم ما عدا العناصر الخفيفة جدا كمصادر للطاقة.

تنتج الطاقة الناشئة عن التفاعلات النووية من الفرق بين مجموع كتل الجسيمات الداخلة في التفاعل النووى ومجموع كتل الجسيمات الناتجة منه حيث يتحول هذا الفرق فى الكتلة إلى طاقة وذلك تبعا لمعادلة أينشتين التى تنص على أن:

الطاقة = فرق الكتلة × مربع سرعة الضوء

وحيث أن الهيدروجين هو العنصر السائد فى تركيب مادة الشمس والنجوم بل وفي الكون كله ، فإن أهم التفاعلات النووية المولدة للطاقة في النجوم والشمس هو ما يطلق عليه اسم تفاعل (بروتون – بروتون).

ويشكل اصطدام نواتين من الهيدروجين نقطة البداية فى تفاعل بروتون – بروتون ، والذي يحدث باندماج أربعة نويات هيدروجين متحولة إلى نواة هليوم واحدة.

وبدراسة هذا التفاعل يمكننا فهم مبدأ نشأة الطاقة بسبب فرق الكتلة ما بين المواد الداخلة في التفاعل والناتجة منه وذل بحساب الزيادة في كتلة أربعة ذرات هيدروجين عن كتلة ذرة هليوم واحدة فنجد :

كتلة أربع ذرات هيدروجين = ١,٠٠٧٥×٤ = ٤,٠٣٠٠٠ وحدة كتل ذرية.

كتلة ذرة هليوم = ٤,٠٠١٣٠ وحدة كتل ذرية.

فرق الكتلة = ٠,٠٢٨٧٠ وحدة كتل ذرية.

وتبعا لمعادلة اينشتين فإن هذا التفاعل يؤدى إلى طاقة مقدارها٤,٢٨٣×$١٠^{-٥}$ إرج أي ما يساوي ٢٦,٧٣ مليون إلكترون فولت.

وهناك تفاعلات نووية أخرى تعمل على توليد الطاقة في النجوم مثل تفاعل دورة (الكربون – النتروجين) ويحدث هذا التفاعل في باطن النجوم عند درجة حرارة أكبر من ٢٣ مليون درجة مطلقة ، إذا ما توافر عنصرا الكربون والنتروجين في مادة النجم نسبة تقارب بنسبة تواجدهما في الشمس.

وفى هذا التفاعل أيضا يحدث اندماج بين كل أربع أنوية هيدروجين لتتحول إلى نواة هليوم واحدة ويقتصر دور الكربون هنا على كونه عامل مساعد ، حيث يتم خروجه مرة أخرى بعد إتمام خطوات التفاعل، وتتكرر نفس الحالة في نوع آخر من التفاعلات النووية التي تسبب انطلاق الطاقة وهو تفاعل كربون – نتروجين – أكسجين وكل هذه التفاعلات ضمن سلسلة تفاعل بروتون – بروتون.

وقد يتملك العديد منا العجب ، كيف يمكننا أن نتكلم عن باطن الشمس وما يحدث فيه من تفاعلات ونحن لا نستطيع أن نرى من الشمس إلا الطبقة المضيئة أو طبقة الفوتوسفير لهؤلاء أقول اننا نستطيع أن نعرف عن باطن الشمس وظروفها الطبيعية عن طريق النماذج النظرية التي تضع تصورا لباطن الشمس باستخدام الفيزياء الفلكية. نعم نستطيع عمل ذلك بتطبيق القوانين الفيزيائية على كرة من الغاز الساخن ويتم في مركزها تفاعلات نووية من نوع بروتون – بروتون.

يتم حساب هذه النماذج بواسطة أجهزة الحاسب الآلي ، والتي لا بد وأن تتواءم في نتائجها مع الخصائص المشاهدة على الشمس. تدلنا هذه النماذج مثلا عن كيفية زيادة درجة الحرارة من الحافة إلى المركز ، أو كيفية اختلاف التركيب الكيميائي في قلب الشمس عنه في السطح ولماذا يختلف؟ لقد تبين أن اختلاف التركيب الكيميائي في القلب عنه في السطح يرجع إلى تفاعل بروتون – بروتون الذي يتم في المركز و يحول الهيدروجين إلى هليوم بينما عند السطح لا تتم عملية التحويل.

وعلى الرغم من توخي الدقة في حسابات نماذج باطن الشمس على قدر الإمكان إلا أن تجربة متطورة قد ألقت ببعض ظلال الشك على هذه النماذج كانت هذه التجربة هي "تجربة نيوترينو الشمس" ، فماذا عن قصة هذه التجربة.

كما نعرف فإن النيوترينات هي جسيمات تخرج في نواتج التفاعلات التى تتم ضمن تفاعل سلسلة بروتون – بروتون وتخرج هذه الجسيمات من قلب الشمس مباشرة في عدة ثوان وتصل إلى الأرض في حوالى ٨,٣ دقيقة فإذا استطعنا أن نستقبل هذه النيوترينات فإن ذلك سيساعدنا ولو بطرقة غير مباشرة على رؤية باطن الشمس ولكن مع بالغ الأسف فإن النيوتريات التي تنطلق من التفاعل الرئيسي لسلسلة بروتون – بروتون والذي يحدث على مدى ٩١% من عمر الشمس تكون ضعيفة ولا تملك قدرا من الطاقة كاف لاستشعارها على الأرض. أما الجزء الباقى من الطاقة فيعتقد أنه صادر من نوعين آخرين من تفاعل سلسلة بروتون – بروتون هما (بروتون – بروتون II) ، (بروتون – بروتون III)

ويفترض أن هذين النوعين من التفاعل يحدثان خلال حوالى ٩% من عمر الشمس. وتكتسب النيوترينات المنطلقة من هذين النوعين من التفاعل طاقة كافية تمكننا من الاستشعار بها وتعيينها.

طور العالم رايموند ديفز ومجموعته تلسكوب غريب ليصطاد النيوتريات التي من المفروض أن يكون مصدرها قلب الشمس. ويتكون هذا التلسكوب من حوالي ٣٧٨٠٠٠ لتر من مركب رابع كلوريد الكربون (ك٢كل٤) الموضوع في وعاء ضخم مدفون في غلاف من الرصاص على عمق ١,٥ كم تحت الأرض في جنوب داكوتا. ولكن ترى كيف يعمل مثل هذا التلسكوب الغريب ؟.

تمتص ذرة الإلكترون النيوترينو وتحوله إلى أرجون. وبواسطة طريقة دقيقة جدا يفيض الأرجون خارج الوعاء ويتم قياسه ، وعن طريق النظرية النووية نستطيع استنباط عدد ذرات الأرجون التي يتحتم إنتاجها من النيوترينات المنطلقة من قلب الشمس كل يوم ومن ثم تتم مقارنة العدد المستنبط مع نتائج التجربة. جاءت التجربة مخيبة للآمال فلقد بينت هذه التجربة أن الشمس أنتجت ما يقارب ٢٥% من العدد المتوقع من النيوترينات نظريا ، الأمر الذى أشاع كثيرا من الاستياء وعدم

الرضا عند علماء الفيزياء الفلكية إلى جانب كثير من التساؤلات والشكوك ، وبدا العلماء في التفكير هل الشمس فعلا لا تنتج هذا القدر من النيوترينات المتوقع نظريا؟ إذا كان الأمر هكذا فإن النماذج النظرية لباطن النجوم وكذلك مفوهمنا من الاندماج النووي هي أمور خاطئة هل هناك أخطاء حدثت في التجربة تسببت في هذا النقص؟ الإجابة : لا ، حيث تم اختبار دقة التجربة وذلك بتعيين وقياس نيوترينات منتجه على سطح الأرض وكانت النتائج جيدة. إذا فما هو الوضع ؟.

ربما تكون الإجابة على هذا السؤال ان النماذج النظرية التي وضعت تصورا لباطن النجوم ما زالت بعيدة عن الواقع إذ أن المحاولات التي بذلها بعض العلماء النظريين بتغيير بعض الظروف الفيزيائية في قلب الشمس (مثل درجة الحرارة المركزية) أدت إلى تقليص عدد النيوترينات المنطلقة ولكن ليست بالقدر الذي تم تعيينه عمليا. أي أننا أمام مشكلة حقيقة تحتاج لفهم أكثر لبعض الأجزاء الحرجة من سلسلة التفاعلات النووية المسببة لتولد الطاقة في الشمس. وعندما يكتمل فهمنا نستطيع التغلب على هذه المشكلة نكون قد توصلنا إلى مفهوم أكثر وضوحا من مفهومنا الحالي عن باطن الشمس وبالتالي عن بواطن النجوم الأخرى.

يبقى لنا أن نتساءل هل يمكن أن تكون هذه التفاعلات النووية مصدرا للطاقة في النجوم والشمس لفترات طويلة تناسب أعمارها؟ هذا ما سنقوم بحسابه الآن :
كما ذكرنا عن اندماج أربع أنوية هيدروجين لتكوين ذرة هليوم واحدة ينتج قدرا من الطاقة مساويا ($٤,٢٨ \times ١٠^{-٥}$) إرج. وعلى هذا فإنه يمكن بطريقة مبسطة حساب عدد عمليات تحول أربع أنوية هيدروجين إلى نواة هليوم في الثانية الواحدة والتي تلزم للحفاظ على لمعان الشمس الحالي ، وذلك بقسمة لمعان الشمس على طاقة عملية تحول واحدة.

$$\text{عدد عمليات التحول} = \frac{٣,٨ \times ١٠^{٣٣} \text{ إرج/ث (لمعان الشمس)}}{٤,٢٨ \times ١٠^{-٥} \text{ إرج (طاقة التحول)}}$$

$$= ٠,٨٩ \times ١٠^{٣٨} \text{ تحول / ث}$$

وحيث أن كل تحول يحتاج إلى عدد أربعة أنوية هيدروجين فإن عدد ذرات الهيدروجين اللازمة أو المستهلكة في الثانية الواحد لانتاج طاقة الشمس .

= عدد التحولات / ث × ٤

= ٠,٨٩ × ١٠^٣٨ × ٤

= ٣,٦ × ١٠^٣٨ ذرة هيدروجين

فإذا عرفنا عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في الشمس وقسمناه على عدد ذرات الهيدروجين المستهلكة في الثانية الواحدة لإنتاج طاقة الشمس الحالية نستطيع حساب عمر الشمس الذي تستمر فيه بالإشعاع على نفس المستوى الحالي.

نستطيع حساب عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في مادة الشمس وذلك بقسمة كتلة الشمس على كتلة ذرة الهيدروجين وعلى ذلك نجد أن :

عدد ذرات الهيدروجين في مادة الشمس = كتلة الشمس / كتلة ذرة الهيدروجين

= (٢,٠ × ١٠^٣٣ جم) / (١,٧ × ١٠^-٢٤ جم)

= ١,٢ × ١٠^٥٧ ذرة هيدروجين

ويكون عمر الشمس تبعا للمعادلة :

عمر الشمس = عدد ذرات الهيدروجين الموجودة في مادة الشمس / عدد ذرات الهيدروجين المستهلكة في الثانية لإنتاج طاقة الشمس

$$= \frac{١,٢ \times ١٠^{٥٧}}{٣,٦ \times ١٠^{٣٨}} = ٠,٣٣ \times ١٠^{١٩} \text{ ثانية}$$

$$= ١٠^{١١} \text{ سنة}$$

أى أن عمر الشمس الافتراضي حسابيا أي الفترة التى ستظل الشمس فى إنتاج نفس معدل الطاقة الحالى هو مائة ألف مليون سنة فإذا اعتبرنا أن عمر الشمس حتى الآن أي عمر الشمس الحالى هو $٤,٥ \times ١٠^{٩}$ أى ٤٥٠٠ مليون سنة. فإن هذا يعني أن الشمس قد استهلكت أقل من ٥% فقط من وقودها الـهيدروجيني. وهذا يعني أن الطاقة الشمسية هي طاقة معمرة لا يخشى عليها من النفاذ.

بعد إدراكنا لحقيقة أن الطاقة الشمسية هي أكثر أنواع الطاقة بقاء ألا يجب على الإنسان أن يفكر تفكيرا جديا فى استغلالها وتطويعها للاستفادة منها أقصى استفادة.

وفي الواقع أننى هنا لا أتجاهل أن الإنسان يحاول ترويض هذا المصدر من الطاقة منذ آلاف السنين. ولكن ما أعنيه هو دعوة لتشجيع البحوث العلمية الأساسية والتطبيقية ورصد الميزانيات اللازمة لها بهدف تطوير تقنيات استغلال الطاقة الشمسية وخفض تكاليف استخدامها في الحياة اليومية لأنه على الرغم من أن الطاقة الشمسية مجانية إلا أنها ما زالت أغلى أنواع الطاقة المستخدمة سعرا اليوم.

الفصل الثالث

الشمس الراديوية

يتناول هذا الفصل دراسة هيئة الشمس وصورتها كما تبدو من خلال الأطوال الموجية الراديوية.

في فبراير عام ١٩٤٢ شكلت العواصف القوية من الإنبعاثات الراديوية الصادرة من الشمس بداية التطور الحديث لعلم الفلك الراديوي. ففي هذا العام اعتادت محطات الرادار التابعة للجيش البريطاني المعاناة من تشويش يحصل على راداراتها عندما تعمل في أطوال موجية مقدارها بضعة أمتار وقادت التحقيقات والتحريات إلى أن مصدر هذا التشويش غير أرضي وبينت البحوث العلمية أن مصدر هذه الموجات الراديوية ذات الشدة المذهلة صادرة عن الشمس ، وتم في هذا الشهر تسجيل أول انبعاث راديوي في عدة محطات رادارية تابعة للجيش البريطاني تعمل في الطول الموجي من ٤ إلى ٨ متر وكانت هذه الظاهرة مصاحبة لوجود بقعة شمسية كبيرة على قرص الشمس.

أدى هذا الاكتشاف العفوي إلى تزويدنا بوسائل جديدة لدراسة الشمس باستخدام التلسكوبات الراديوية في مناطق مختلفة من العالم. وفي شهر فبراير أيضا من نفس العام استطاع باحث أمريكي اكتشاف زخات كثيفة من الأشعة الكونية صادرة عن الشمس ، وسبق هذه الزخات حدوث تأجج شمسي كبير. وبعد أن قل التأجج الشمسي خلال العام نفسه وأصبحت الشمس هادئة ، نجح باحث أمريكي آخر في النصف الثاني من نفس العام في الحصول على أول أرصاد ناجحة للانبعاث الراديوي الحراري الصادر عن الشمس الهادئة في الطول الموجي السنتيمتري وكانت تلك هي البداية المتميزة لتأسيس فرع الفلك الراديوي الشمسي.

وفي عام ١٩٤٥ وبعد الحرب العالمية الثانية كانت بداية الفلك الراديوي الشمسي باكتشاف المركبات الرئيسية للانبعاث الشمسي الراديوي والتي انقسمت إلى المركبة الرئيسية الأساسية والمركبة بطيئة التغير والأنواع المختلفة للتدفقات الراديوية بما فيها من عواصف التشويش. وفي عام ١٩٤٦ تم اكتشاف الصلة الوثيقة بين الإشعاعات المتدفقة وظاهرة التأججات.

تطورت الدراسات والبحوث في هذا الاتجاه حتى تم نشر أول صورة راديوية متكاملة عن الشمس في عام ١٩٦٤. وتبين اختلاف طبيعة وشكل الشمس راديويا

من عدة نواح عن طبيعتها وشكلها بصريا. فعند الأطوال الموجية الراديوية الكبيرة لا يقتصر الاختلاف على حجم الشمس الذي يبدو أكبر من حجم قرصها المرئي ، بل ان الاضطرابات التي تعتريها هي أعنف بكثير من مثيلاتها البصرية ، ففي حين تختلف شدة القدرة الضوئية الكلية أثناء فترة نشاط وهدوء الشمس بمقدار واحد بالمائة تزداد شدة الإشعاعات الشمسية الراديوية حدة وقت نشاطها بأكثر من مائة ألف مرة مما هي عليه في حال هدوئها.

وفي عام ١٩٧٢ أقترح بعض العلماء أن الطبقة الخارجية للشمس تنتج سحبا من الجزيئات المتحركة للخارج وبسرعة تساوي سدس سرعة الضوء وعندما تصل إلى الهالة الشمسية خلال ثوان فإنها تنتج إشاعات راديويه تدوم عدة ثوان ، كما ان الأمواج الصدمية تسبب أشعة راديوية تدوم من ١٠ إلى ٢٠ دقيقة.

ويأتي الجزء الأعظم من الإشعاعات الشمسية في المدى المرئي من الكره الضوئية (الفوتوسفير) بينما تنشأ الإشعاعات الراديوية في طبقات الجو الشمسي الخارجية ، الطبقة الملونة (كروموسفير) والهالة (كورونا). وتعتمد خصائص الانتشار للأمواج الراديويه أساسا على تركيز الالكترونات في هذه الطبقات ، فكل قيمة لتركيز الإلكترونات تتعلق بتردد حرج محدد لأمواج راديوية لا يمكن لها أن تنتشر إذا كان ترددها أقل من ذلك.

وتعتبر الأرصاد الراديوية أداة فعالة في دراسة الطبقة الملونة للشمس (الكروموسفير) كون أن الغلاف الجوي يعتبر معتما بالنسبة للأمواج التي تربو عن واحد مليمتر.

ونتيجة لقرب الشمس من الأرض فإنها تلعب دورا خاص بين كل المصادر الكونية الراديوية الأخرى ، حيث تم رصد بعض الظواهر الشمسية التي يتراوح زمن بقاؤها بين كسر من الثانية إلى عشرات السنين في الأطوال الموجية المختلفة ومن ثم فإن التغيرات في الإشعاع الشمسي ترتبط ارتباطا وثيقا بالنشاط الشمسي بل وتشكل جزءا منه.

ويمكن تقسيم الإشعاع الشمسي الراديوي إلى ثلاث مركبات

١- المركبة الرئيسية والشمس الهادئة.

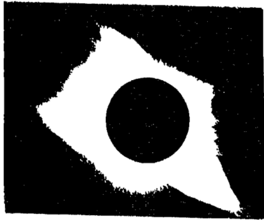
٢- المركبة بطيئة التغير.

٣- إنبعاثات انفجارية متنوعة.

ويتم رصد المركبة الرئيسية للإشعاع الراديوي برصد الإشعاع الكلي الصادر عن الشمس من جميع النطاقات الراديوية في حالة الهدوء الشمسي حيث يكون عدد البقع الشمسية أقل ما يمكن في غياب الانفجارات والعواصف الشمسية. ويمكن تفسير هذا الطيف على أنه إشعاع حراري ينشأ من طبقات مختلفة الأعماق من جو الشمس كدالة في الأطوال الموجية المميزة لهذا الإشعاع.

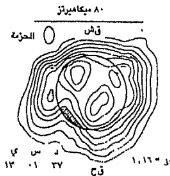
وكما ذكرنا تعرف المناطق الموجودة على سطح الشمس وفي غلافها الجوي والتي لا توجد فيها فعالية ونشاط شمسي بالمناطق الهادئة. وتصل الشمس بكاملها إلى هذه الحالة الدنيا من النشاط في مدة دورية مقدارها ١١ سنة وهي دورة البقع الشمسية وتسمى في هذه الحالة بالشمس الهادئة وأثناء هذه الدورة تحدث بعض التغيرات التدريجية في الغلاف الجوي للشمس ، إلا إن الخصائص العامة الأساسية تبقى ثابتة.

ولكن ترى ما هي طبيعة الشمس الهادئة وكيف تبدو عند الأطوال الموجية الراديوية ؟. من المعروف أن هيئة الشمس تعتمد على كثافة الإلكترونات ودرجات الحرارة عند الارتفاعات المختلفة ، كما أنه من الواضح أن كلا من الضغط والكثافة لأي غلاف جوي تكون في قيمها العظمي عند الارتفاعات الدنيا من هذا الغلاف. ونتيجة لتأثير درجة الحرارة العالية جدا في الغلاف الجوي للشمس فإن معظم مكوناته الغازية تصبح في حالة متأينة ، مما يؤدي إلى زيادة الكثافة الإلكترونية في المناطق السفلي في الغلاف الجوي للشمس. ونظرا لأن هناك طولا موجيا حرجا للموجات الراديوية يسمح له بالمرور خلال كثافة إلكترونية معينة. فنجد أن المنطقة السفلى من الغلاف الجوي للشمس حيث الكثافة الإلكترونية كبيرة نسبيا لا تسمح بمرور الموجات الطويلة من خلالها ، وهذا بدوره يعني أن المناطق السفلى من الطبقة الملونة تسمح بمرور الموجات ذات الأطوال التي تساوي ١٥سم أو تقل عنها حيث تتمكن من الانبعاث والانتشار. أما الأطوال الموجية المترية فإن المكان الوحيد الرحب لها في التنقل والانطلاق هو الإكليل (الهاله).



وبصفة عامة فإن معظم الإشعاعات عند أي طول موجي تأتينا من مناطق الغــــلاف الجوي التي تكون معتمة تقريبا لهذا الطول الموجي. وعليه يمكن القول انــــه عنــد الموجات المليمترية ينشأ الانبعاث الراديوي من المناطق السفلى من الطبقة الملونـــة حيث تكون درجة الحرارة حوالي ١٠ آلاف درجة مطلقة (وهذه الدرجـــة لا تزيــد كثيرا عن درجة حرارة الطبقة الضوئية أو السطح البالغة ٦٠٠٠ درجة مطلقة). أما عند المناطق العليا من الطبقة الملونة التي تصل درجة حرارتها إلى ٧٥ ألف درجــة فينبعث الإشعاع الراديوي عن الطول الموجي ١٥ سم أو أقل . ومن الإكليـــل ذي درحة الحرارة التي تصل إلى مليون درجة تأتينا الإشعاعات ذات الأطوال الموجيــة المترية ، لذا فالشمس تبدو أكبر واسخن عند الأطوال الموجية الكبيرة.

وباستخدام هليوجراف كلفورا الشمسي الراديوي (هو شبكة من التلســـكوبات الراديوية مكونة من ٩٦ هوائي تعمل معا تحت نظام معين لرصد الشمس منصوبــة في منطقة كلفورا في استراليا) تم رسم خارطة راديوية نموذجية للإكليل الشمســـي الهادئ مأخوذة عند تردد مقداره ٨٠ ميجا هيرتز (طول موجي = ٣,٧٥م) كما فـــي الشكل.



وكما هو معروف لم يكن بالإمكان الحصول على معلومات مفصلة عن الإكليل الشمسي وتصويره في جميع الأوقات بل كان ذلك محدداً عملياً بوقت واحد وهو أثناء الكسوفات الشمسية ، أما الآن وباستخدام التقنيات الحديثة فقد تحسنت معرفتنا كثيراً وأصبح بالإمكان توفير الخرائط الراديوية للشمس ، وبل واتسعت مصادر المعلومات حيث شملت الأرصاد المأخوذة بواسطة مركبات فضائية مثل "المرصد المداري الشمسي"(OSO) ، والمختبر الفضائي "سكايلاب". وبهذه الطريقة أمكن الحصول على صور دقيقة للشمس مأخوذة في الضوء الأبيض والأشعة فوق البنفسجية والإشعة السينية. ويمثل الشكل مقارنة بين الصورة الراديوية للشمس المأخوذة في كلفورا مع صورتها بالأشعة السينية المأخوذة بواسطة سكايلاب.

٢١ آب ١٩٧٣



١٦٠ ميكاهيرتز



الأشعة السينية

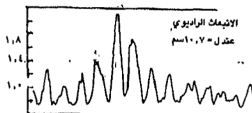
ومن خلال الصور أصبح الأمر أكثر وضوحا بشأن عدم وجود تجانس حقيقى في توزيع الإكليل الشمسي. فهناك مناطق لامعة جدا تتواجد بينها مناطق مبعثرة ذات شدة ضعيفة معروفة باسم "الثقوب الإكليلية" ومن الواضح ان ما يؤثر على تركيب الغلاف الجوى المتأين للشمس هو مجالاتها المغناطيسية ، فالمناطق اللامعة هي ذات الكثافة العالية التى تقوم فيها المجالات المغناطيسية الخوذية الشكل ثنائية القطب باقتناص الإلكترونات والأيونات وتجعلها تسير حلزونيا حول خطوط المجال ، وفى بعض المناطق المتناثرة التى تمتد فيها خطوط المجال نحو الخارج تنساق الدقائق المشحونة مع خطوط المجال بعيدا عن الشمس فتتولد "مناطق إفلات" ، وهذه المناطق هي الثقوب الإكليلية حيث تفلت الرياح الشمسية المكونة من الغاز المتأين إلى الفضاء بين الكواكب وبالتالى تكون مناطق ذات شدة ولمعان ضئيلين. ويمكن الكشف عن الرياح الشمسية بطرق متعددة منها المجسات الفضائية أو عن طريق الاضطرابات التي تسببها في المجال المغناطيسي الجغرافى الأرضي ، كما أنها هي المسؤولة عن تكون الطبقة المغناطيسية المحيطة بالأرض.

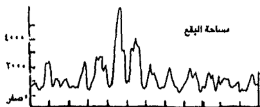
الشواطئ الراديوية :-

تقوم العديد من المراصد الراديوية المنتشرة فى أنحاء العالم بتسجيل الانبعاث الراديوي من الشمس بصورة منتظمة كل يوم. وتزودنا هذه الأرصاد الراديوية بوسيلة جيدة لدراسة الشمس والأنواع المختلفة للنشاطات الشمسية.

وقد لوحظ وجود تغير فى القدرة الراديوية المنبعثة من الشمس عند أطوال موجيه مختلفة فإذا أخذنا الطول الموجي ١٠سم ، فهنا يكون التغير تدريجيا ويمكن ملاحظته من يوم لآخر ، وأصبحت هذه الظاهرة معروفة باسم "المركبة بطيئة التغير". وإذا رسمنا مخططا بيانيا لشدة الانبعاث الراديوى اليومي نجد أن هناك تماثلا كبيرا في تغير الشدة مع تغير المساحة الكلية للبقع الشمسية المتواجدة على سطح الشمس كما في الشكل.

اشهر عام ١٩٥١





وهذا يثبت أن المركبة المتغيرة يجب أن تكون مرتبطة مـــع مواقـــع البقـــع الشمسية وعلى أى حال فإن الانبعاث الراديوى يستمر لمدة أطول كثيرا من مدة حياة أو بقاء البقع الشمسية المرئية. كذلك وجد من دراسة مصادر الانبعاث الراديــــوى باستخدام حزم ضيقة (نحصل عليها من خلال أنظمة تداخـــل شـــبكية) أن منــاطق الانبعاث تكون أكبر من البقع الشمسية المرئية وتقع على ارتفاعات عالية فى الغلاف الجوي فوقها وقد وجد أن هذه المناطق الراديوية ذات علاقة وثيقة مـــع الشـــواطئ اللامعة وهي مناطق من الغاز الساخن في جو الشمس بالقرب من البقـــع الشمســية نفسها ، لذا فغالبا ما يطلق عليها اسم "الشواطئ الراديوية".

وقد قدرت درجة حرارة هذه الشواطئ بحوالى مليون درجة كلفن أو أكـــثر. ومن الممكن تفسير امتلاك الشواطئ الراديوية للخصائص التي سبق ذكرها بكونـــها واقعة فوق البقع الشمسية فى المناطق ذات الكثافة الإلكترونية العالية فـــى الإكليــل الشمسي. وقد اكتشف الفلكي السويدي فالديمير بصريا ما أســـماه بالمنــاطق "ذات التركيز الإكليلى" فوق البقع الشمسية.

وكشفت الدراسات التي استخدمت فيها قوة تفريق زاوي أعلـــى ممــا كـــان مستخدما من قبل عن وجود أشكال مكونه من جزئين عبارة عن قلب لامع ذو علاقة وثيقة مع البقعة الشمسية محاط بهالة واسعة مرتبطة ظاهريا مع الشاطئ الراديــوى. ووجد أن فيض الأشعة السينية الهشة له ارتباط واضح مع الانبعاث الراديوي ، فقــد أظهرت الصور المأخوذة بالأشعة السينية بدورها وجـــود قلـــوب لامعـــة محاطـــة بتراكيب أوسع منها كثيرا. وبالإمكان أن يعزى أصل الإشعاع المنبعث إلى كونـــه إشعاعا حراريا صادرا عن المناطق ذات الكثافة العاليـــة الواقعـــة داخـــل أقـــواس المجالات المغناطيسية ثنائية القطب الواقعة فوق البقع الشمسية.

ولقد تبين أن أفضل الأطوال الموجية التـــي يتـــم رصـــد المركبـــة بطيئـــه التغيرعندها هي الأطوال الموجية التي تتروا ح بين (٣-٣٠) سم ، أما عند الأطـــوال الموجية المترية فمن الصعوبة تمييز المركبة بطيئة التغير لكونها مندمجـــة ضمـــن الإشعاع العام للشمس الهادئة القادم من الإكليل ذى درجة الحرارة البالغـــة مليـــون

درجة. على أي حال فالبقع الشمسية تسبب انبعاثا من نوع آخر عند الأطوال الموجية المترية يعرف باسم "عواصف الضوضاء" أو "عواصف التشويش".

عواصف التشويش الشمسية الراديوية :

في الموجات المترية (الانفجارات من النوع الأول) :

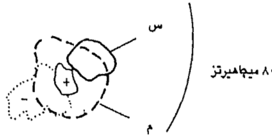
كما هو معروف فإن اكتشاف عواصف التشويش الراديوية يعود إلى عام ١٩٤٢ عندما تم رصد عاصفة تشويش راديوية قوية في الأطوال الموجية المترية مصاحبة لظهور بقعة شمسية ضخمة ويتميز هذا النوع من الإشعاع بالقوة غير العادية. فعلى الرغم من أن مصدر عاصفة تشويش قد يكون عبارة عن منطقة صغيرة بالقرب من بقعة شمسية ، ولا يغطي أكثر من (١/٥٠) من سطح نصف الكرة الشمسية ، إلا أن الطاقة المستقبلة على سطح قد تصل إلى (١٠٠٠) مرة قدر إشعاع حرارة المليون درجة الصادر من الهالة الشمسية كاملة.

وتكون العواصف الشمسية دائما مصاحبة لمناطق البقع الشمسية ولكن الشروط الدقيقة التي تجعل البقع نشطة تشويشيا ما زالت غير معروفة على وجه التأكيد وعلى أية حال فإن البقع الشمسية الضخمة تكون مؤهلة لإصدار عاصفة تشويشية. وفي بعض الأحيان يبدأ هجوم عاصفة التشويش بحدوث ومضة شمسية ويمكن أن تمكث عاصفة تشويش منفردة ما بين عدة ساعات إلى عدة أيام وتتكون من سنابل حادة متراكبة فوق زيادة عامة في الطاقة المنبعثة ويطلق على هذا النوع (انفجار من النوع الأول).

ويعتقد أنها تتكون ربما من عدة آلاف من الإنفجارات المنفردة والتي يتميز كل منها بقصر فترة بقائها (ثانية واحدة أو أقل) وضيق عرض حزمة إشعاعها (عشرات الميجاهيرتز).

ولقد بينت القياسات ذات قوة التفريق العاليه أن العواصف من النوع الأول تصدر من مناطق صغيرة (٤ ثواني قوسية عادة) وتكون مصحوبة بمجالات مغناطيسية قوية لبقع شمسية ، كما أنها تكون مستقطبة استقطابا دائريا قويا. فيما إلا إذا تم رصدها بالقرب من الحافة الشمسية. وتكون البقع الشمسية الكبيرة ثنائية

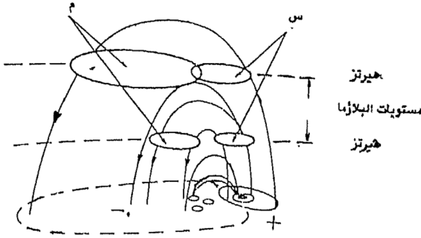
القطبية مؤهلة أكثر لإحداث عاصفة تشويش. ويبدو أن الإشعاع غالبا ما ينشأ من مصدر منفرد ناتج عن تغلب البقعة الشمسية القائدة والأقوى. وفي بعض الأحيان تنشأ بعض العواصف عن مصدر مزدوج ناتج عن الاستقطاب المتعاكس للمركبتين الرئيسيتين للبقعة ثنائية القطبية. وقد سجل هليوجراف كولفورا الراديوي الشمسي مثالا جيدا على ذلك كما هو مبين بالشكل.







ولقد وضع العلماء تصورا لنموذج مقترح يعطي تفسيرا مقبولا للعلاقة بين موقع المصدر وفاعلية المجال المغناطيسي ثنائي القطب كما يبينه الشكل التالي وبحيث يتطابق هذا النموذج مع الأرصاد الموضحة بالشكل السابق.



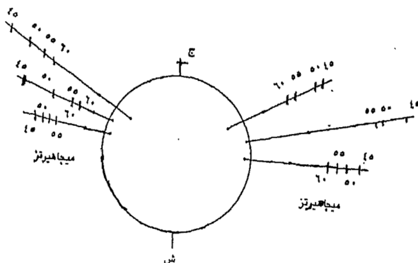
التدفقات الراديوية الصادرة من التأجحات الشمسية :

تعتبر التأجحات (الومضات) الشمسية أشكالا متفجرة وقوية مـــن النشـــاطات الشمسية وغالبا ما يصاحب حدوث التأجحات الحاصلة عند الأطوال الموجية المترية حصول تدفقات راديوية تعرف بانفجارات النوع الثانى. وهناك نـــوع آخـــر مـــن الانفجارات يطلق عليه انفجارات النوع الثالث وهو غالبا ما يسبق باقي الأنـــواع ، ويتفق وقت حدوثه مع طور الوميض الضوئي الذي يـــدل علـــى حـــدوث معظـــم التأجحات كما تصاحب انفجارات النوع الثالث وهو غالبا ما يسبق باقي الأنـــواع ، ويتفق وقت حدوثه مع طور الوميض الضوئي الذي يـــدل علـــى حـــدوث معظـــم التأجحات كما تصاحب انفجارات النوع الثالث أشكالا مختلفة من النشاطات الشمسية. وحيث أن هذا النوع يعد الأكثر شيوعا عند الأطوال الموجية المترية فسوف نناقش خصائصه ونحاول تفسير هذه الخصائص بشيء من التفصيل.

لقد بذل وايلد وزملاؤه من استراليا جهودا كبيرة لتفسير خصائص التدفقـــات (الانفجارات) الراديوية الشمسية استحقوا عليها أعظم تقدير. وتمثل سرعة التغير فى الظواهر الشمسية الانتقالية تحديا لما توصل إليه الإنسان من أساليب تقنية. إلا أنـــه

باستخدام أنظمة التداخل وأجهزة الاستقبال الراديوية ذات القابلية على إجراء مسح ترددي سريع أمكن تتبع موقع وطيف المصادر سريعة الحركة. وازداد الأمر وضوحا بعد أن زودنا هيليوجراف كلفورا الراديوي الشمسي بصورة أشمل وأوسع للعديد من الأحداث التي تجري على الشمس.

لنعد الآن إلى تدفقات النوع الثالث ، فهذا النوع يحدث في بداية معظم التأججات ويكون على هيئة سلسلة من الهداب الحاد يستمر كل منها بضع ثوان. وأوضحت أجهزة التداخل التي تجري مسحا شاملا على مدى واسع من الترددات إن مصادر انبعاث هذا النوع تتحرك بعيدا عن الشمس بسرع تتراوح بين خمس إلى نصف سرعة الضوء. ويصاحب هذه الحركة السريعة انحدارا من الترددات العالية إلى الترددات المنخفضة بما يعادل عشرين ميجاهيرتز لكل ثانية كما يظهر في الشكل.



وفي نفس الوقت الذي يتم فيه قذف الإلكترونات المتسببة في حدوث الانفجارات من النوع الثالث يحدث انفجارا في الأشعة السينية الحادة {ذات طاقة (١٠-١٠٠) كيلو ألكترون فولت}.

ولقد وجد أن هناك ارتباطا جيدا بين الانفجارات من النوع الثالث وانفجارات إلكترونية ذات طاقة مناسبة تالية لها تم اكتشافها بواسطة الأقمار الصناعية ذات المدارات القريبة من الأرض. كما تقدم العلاقات المتقابلة بين الانفجارات من النوع الثالث ، وانفجارات أشعة إكس الشمسية دليلا آخر على أن الظاهرتين دائما ما تكونان مصحوبتين بسيل كبير من الإلكترونات السريعة في جو الشمس. وفي بعض الأحيان يصاحب الانفجارات من النوع الثالث انفجارات أخرى يطلق عليها انفجارات النوع الخامس والنوع U وتتميز الانفجارات الراديوية الشمسية من النوع الخامس بعرض الحزمة الطيفية في الطيف المستمر ويعتقد أن مصدرها هو آلية الموجات البلازمية باستخدام إلكترونات لها نفس طاقة الإلكترونات المثيرة لانفجارات النوع الثالث ولكنها متأثرة بوقوعها في فخ عقد المجال المغناطيسي للهالة الشمسية.

أما النوع الآخر من الانفجارات المصاحبة للانفجارات من النوع الثالث في بعض الأحيان فتلك التي تطلق عليها نوع U وقد أطلق عليها هذه التسمية نسبة إلى مظهر طيفها الديناميكى حيث يتناقص ترددها أولا ثم يعود ثانية إلى الارتفاع فى اتجاه الترددات العالية وتعزى نشأة هذا النوع من الانفجارات إلى الإلكترونات السريعة الواقعة فى العقد المغناطيسية. ولكنها لا تقع في فخ هذه العقد كما فى الانفجارات من النوع الخامس ولكنها سرعان ما تهرب بعد أول مرور فى هذا المجال ، ولقد ظهرت آراء معارضة لنظريات نشأة الانفجارات من النوع الخامس ونوع U وذلك اعتمادا على عدم وجود أدلة على وجود عقد مغناطيسية مناسبة على ارتفاعات عالية فى جو الشمس.

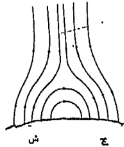
ولقد أثبتت تحليلات علمية تم إجراؤها باستخدام أرصاد القمر الصناعى بايونير عن وجود عقد مغناطيسية تمتد أحيانا إلى ارتفاعات عشر مرات قدر نصف قطر الشمس فوق طبقة الفوتوسفير.

وجدير بالذكر أنه عند تحرك مصادر انبعاث انفجارات النوع الثالث مبتعدة عن الشمس بهذه السرعة الرهيبة التى أشرنا غليها سابقا فانه يصاحبها انخفاضا فى التردد من القيم العالية إلى القيم المنخفضة ويعزى السبب الذي يجعل قيمة الذبذبة

تقل إلى تضاؤل الكثافة الإلكترونية بالارتفاع ، فالمعروف أن ذبذبة البلازمـــا لـــها علاقة وثيقة مع الكثافة الإلكترونية ، وعندما تتضاءل الأخيرة بالارتفـــاع تتنـــاقص معها قيمة الذبذبة المنبعثة. وعلى هذا الأساس يبدو من الطبيعي تفســـير التدفقـــات كاضطرابات تتحرك بسرعة بعيدا عن التأججات ، وتعمل هذه الاضطرابات علـــى تهييج انبعاث موجات راديوية عند تردد البلازما صعودا بالتتابع عند كل ارتفاع فـــي الغلاف الجوي الشمسي ذي الكثافة الإلكترونية المعينة عند ذلك الارتفاع. وعليـــه يمكن الإشارة إلى أن التدفقات لا بد أنها نشأت من النفحـــات الســـريعة جـــدا مـــن الإلكترونات المقذوفة من الشمس عند حدوث التـــأجج ، ولقـــد لاحـــظ العلمـــاء أن الاستقطاب في هذه الحالة يكون عشوائيا إضافة إلى أن درجـــة الحـــرارة العاليـــة (١٠ ^١٢ كلفن) والانبعاث الحاصل عند ذبذبة البلازما (وتوافقيتها الأولى) ، يتطـــابق مع الفكرة القائلة بأن الاضطراب المتحرك يهيج حدوث التذبذبات البلازميـــة التـــي تتحول إلى موجات راديوية. وقد تعززت هذه الفرضية أيضا بالقياسات التي أخذتـــها المركبة الفضائية التي أطلق عليها "المستكشف الراديوى الشمسى". حيـــث أمكـــن بواسطة هذه المركبة الفضائية الكشف عن المجال الكهربائي للتذبذبـــات البلازميـــة (عند ترددات منخفضة حوالي ٥٠ كيلو هيرتز) أثناء تحرك الاضطراب خارجا نحو الفضاء بين الكواكب. وأمكن تتبع مصدر الاضطراب في تحركه من الشمس حتـــى يصل قرب الأرض ووجد أن رحلته تستغرق ٣٠ دقيقة تقريبا.

لنصف الآن الحالات التي تسبب حدوث التأجج الشمسي ونرى كيف نســـتطيع تفسير تدفقات الإشعاع المصاحبة للتأجج. من المتفق عليه أن التأججات تتهيج بفعـــل عدم استقرارية تحدث في المجال المغناطيسي القوي المصاحب للبقـــع الشمســـية ، ويتلو التأججات اندفاع موجة كبيرة من السيل الإلكتروني. ويوضح الشـــكل رســـم توضيحي للتراكيب النموذجية للمجال المغناطيسي الموجود فـــوق البقـــع الشمســـية فنلاحظ أن خطوط المجال في المناطق الخارجية قد انسحبت نحو الخـــارج بفعـــل الرياح الشمسية كما يمكن تصور وجود صفيحة تيار كهربائي بين خطوط المجـــال المتعاكسة الاتجاه ، وفي حالة حدوث اضطراب يتم إعادة توزيع خطوط المجـــال المغناطيسي ومن ثم يتمزق الحد الفاصل الذي سبق وأن شبهناه علي شكل صفيحـــة.

مما يجعل المجالات الكهربائية الحثية المتولدة بهذه الطريقة تعمل على تعجيل حركة الإلكترونات وتجعلها تنطلق بسرع عالية ، بحيث يفلت قسما منــها متجــها باتجــاه خطوط المجال نحو الخارج ومولدا تدفقات النوع الثالث. أما القســم الآخــر مــن الإلكترونات فسوف يتجه نحو الداخل مولدا التدفقات النبضية للموجات الدقيقة. ومن ملاحظة الاستقطاب الجزئي الحادث في هذه التدفقات يمكن الاستدلال على أن قــوة المجالات المغناطيسية تصل إلى ٠.١ تيسلا. وبتطور مراحل التأجج يؤدي التمــزق في المجالات المغناطيسية وتواجد التيارات الكهربائية المرتبطة معه إلــى إضــاءة الطبقة اللونية والتي بدورها تولد التأجج الشمسى.



نعود الآن ونستعرض نوعين آخرين من الانفجارات الشمسية وهما النوعــان الثاني والرابع واللذان يتميزان بمصاحبتهما للومضات الشمسية الكبيرة.

الانفجارات الشمسية من النوع الثاني :

وتظهر الانفجارات الراديوية الشمسية من النوع الثاني فــى حزمتيــن مــن الترددات المختلفة يتناقص ترددها ببطء بمعل يبلغ في المتوسط ما يعــادل ســرعة متجهة إلى الخارج مقدراها حوالي ١٠٠٠ كم/ث ولقد كان هذا المعدل البطيء فــى تناقص التردد سببا فى أن أعزى العلماء أن هذا النوع من الانفجــارات الراديويــة الشمسية يدخل ضمن الأحداث الفيزيائية التي تتــهيج نتيجــة لانكســار الموجــات الصدمية خلال الهالة الشمسية.

وتستطيع الصدمات أن تنتشر فى الهالة الشمسية عندما تكون سرعة انتشار الموجات الانفجارية الصادرة عن الومضات الشمسية أكبر من سرعة موجات الفيفن الهيدرومغناطيسية.

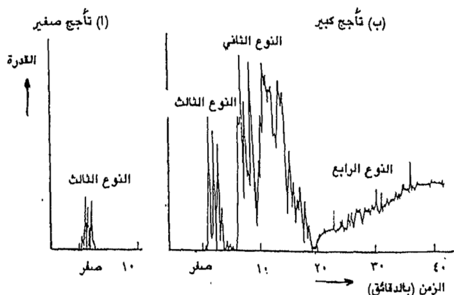
ويفسر بعض العلماء آلية نشأة النوع الثانى من الانفجارات الراديوية على أنها عبارة عن انفجارات مستمرة من الإلكترونات السريعة عند مقدمة الموجة الصدمية مما يجعلها تتسبب فى إثارة الموجات البلازمية التي تنتج بدورها سلسلة من الانفجارات فى الحزم الضيقة في مداها الطيفى تماثل تلك الانفجارات من النوع الثالث وتتسبب ظاهرة الانحراف إما إلى الترددات الأعلى أو إلى الترددات الأقل فى ظهور الانفجارات من النوع الثاني فى حزمتين طيفيتين مختلفتين كما سبق وأن ذكرنا.

ومن التأثيرات الأخرى لموجات الصدمة أثناء مرورها خلال الغلاف الجوى للشمس هي قابليتها على تهييج حدوث ظواهر شمسية مثل ثورات النتوءات ، كما أن لها القابلية أيضا على تهييج حدوث تأججات أخرى بعيدة عن مركز التأجج الأصلي.

من الأمور المعروفة منذ وقت طويل أن العواصف المغناطيسية والاضطرابات الحاصلة فى الطبقة المتأينة وأضواء الشفق القطبية فى الطبقات العليا من جو الأرض قد تحدث بعد حدوث التأججات الشمسية الكبيرة بيوم واحد أو يومين ، وهذا يتطابق بدوره مع سرعة التحرك بعيدا عن الشمس البالغة ١٠٠٠كم/ث ، ومع الزمن الواجب أن تستغرق موجة الصدمة منذ انبعاثها من الشمس وحتى وصولها إلى الأرض وأحداث الاضطرابات التى ذكرناها ومما أيد ذلك أيضا التسجيلات المأخوذة بواسطة الأقمار الصناعية أثناء مرورها في الفضاء بين الكواكب وكشفها عن مقدمات موجات الصدمة.

إن أبسط وسيلة مستخدمة لتمثيل التدفقات الشمسية هي تسجيلها بأجهزة التسجيل القلمية على المخططات البيانية كما هو موضح بالشكل الذي يبين تدفقات عند الأطوال الموجية المترية. إضافة إلى الأنواع الثانية والثالثة من التدفقات. كما لوحظ أحيانا وجود تدفقات طويلة تغطي مدى واسعا من الأطوال الموجية ، تحدث

بعد أعظم قيمة لتأجج كبير ، وتعرف التدفقات المستمرة طويلة المدة هذه بتدفقات النوع الرابع. ويوضح الشكل أطياف التدفقات المختلفة ذات الأطوال الموجية المترية.

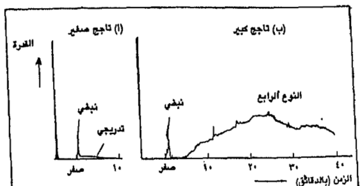


لنلق الآن نظرة عند الأطوال الموجية السنتيمترية حيث تختلف صفات التدفقات (الانفجارات) الراديوية الشمسية عن التدفقات المترية ، وهي تصنف بصورة مستقلة عنها. وهناك ثلاثة أنواع من تدفقات الموجات الدقيقة قد تحدث مصاحبة للتأججات الشمسية موضحة بالشكل وهي :

أ- تدفقات على هيئة نبضات تحدث في ألمع طور لمعظم التأججات.

ب- تدفق تدريجي ضعيف يستمر لمدة طويلة.

جـ - تدفقات كبيرة من الموجات الدقيقة (الميكروموجية) تحدث بعد انتهاء القيمة العظمى لبعض التأججات.



إن تدفقات الموجات الدقيقة التي توصف غالبا بالنوع الرابع ، تكون أحيانا مصاحبة للتأججات الكبيرة ، ولهذه التدفقات أهمية خاصة بسبب مصاحبتها للأشعة الكونية الشمسية ، ويغطي هذا الانبعاث الراديوي حزمة واسعة جدا من الترددات. ورغم أن مصادر الإشعاع الراديوي الشمسي لا تعطي غير دلالة صغيرة على وجود حركة سريعة ، إلا أننا نعلم أن هذا هو المكان الذي تتولد فيه الدقائق ذات الطاقة العالية ، حيث أن تدفقات الموجات الدقيقة غالبا ما يتبعها سيل من البروتونات التي تصل إلى الأرض بطاقات مقاربة لما هو معروف للإشعاعات الكونية. وتسير هذه الدقائق بسرع عالية جدا ، وهي لا تقل كثيرا عن سرعة الضوء. وعندما تكون التدفقات شديدة جدا تصل الإشعاعات الكونية الشمسية إلى الأرض خلال عشر دقائق من بدء التأجج.

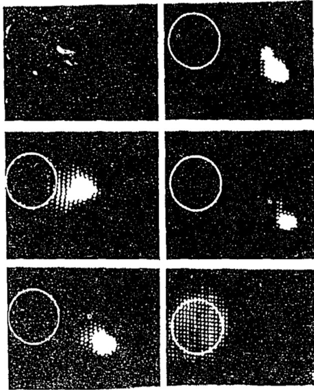
وهناك القليل من الشك بأن الانفجارات الراديوية من النوع الرابع ناتجة بفعل انبعاث معجل ، وأن الدقائق ذات الطاقة العالية تتولد بوجود المجالات المغناطيسية للشمس. والتفسير المحتمل لطبيعة هذه التدفقات هو أن الدقائق المشحونة ، وهي الإلكترونات والبروتونات ، تقع في مصيدة المجالات المغناطيسية المعقدة ومن ثم تتعجل حركتها ، ونتيجة انحراف المجال المغناطيسي وتغير اتجاهه تفلت الدقائق الثقيلة (البروتونات) و ترصد فيما بعد عند وصولها إلى الأرض على هيئة أشعة كونية شمسية ، بينما تطلق الإلكترونات التي تم أسرها في هذا المجال إشعاعات راديوية بآلية الانبعاث السينكتروني.

وتنشأ الموجات الدقيقة من النوع الرابع أساسا من مصدر ثابت ومحدد يقع عند مستوى الطبقة الملونة قريبا من موقع التأجج ، ويلاحظ أن الانبعاث من النوع الرابع عند الأطوال الموجية السنتمترية والمترية مستمر ودائم ، والمصدر الذي يبعثه كبير الحجم (يقدر بحوالي ١٠ دقائق قوسية) كائن في المناطق السفلى من الإكليل ، وفي هذه الحالة نفترض أيضا أن الإلكترونات والبروتونات قد وقعت داخل مجالات مغناطيسية فتسارعت مسببة حدوث الإشعاع المعجل ، ولكن الاختلاف هنا أن المصدر منتشر و واسع ويقع في المناطق السفلى من الإكليل.

وأضاف هليوجراف كلفور الراديوي الشمسي بعدا جديدا في دراسة الإشعاع من النوع الرابع عند الأطوال الموجية المترية عن طريق الكشف عن تغير مرئي في المصادر المتحركة. ويظهر أن هذا المصدر عبارة عن سحب بلازمية تنقذف من الشمس بسرعة تصل إلى بضع مئات من الكيلو مترات في الثانية ، و تحتوي على مجالات مغناطيسية توقع في داخلها إلكترونات وبروتونات عالية الطاقة. ومن المحتمل في بعض الأحيان أن يكون سبب تهيج حركة المصادر نحو الخارج هو وجود موجة صدمة تأججية في منطقة اضطراب وعدم استقرار ، ولتدفقات النوع الرابع أشكال مختلفة أحدها مرتبط مع مجال مغناطيسي ينتشر على هيئة قوس متمدد بسرعة تصل إلى حوالي ٣٠٠كم/ث ، وهذه السرعة تتطابق مع ما هو متوقع أن تبلغه موجات صدمة هيدرومغناطيسية (موجات الفيفن) متحركة داخل الغلاف الجوي الشمسي.

وهناك شكل آخر من تدفقات النوع الرابع يسير أسرع من سابقه بكثير فتصل سرعته إلى حوالي ١٠٠٠كم/ث ناتج بفعل مجالات متضاغطة وإلكترونات متسارعة ولدتها موجة صدمة ، ويبدو أن منطقة انبعاث هذا الشكل تنتشر عبر مساحة واسعة تقع خلف مقدمة موجة الصدمة.

ويوضح الشكل مثالا مدهشا لصورة أخرى من تدفقات النوع الرابع المتحرك موضحا بالصور الراديوية المسجلة في كلفورا. فقد أخذت صورة للشمس في ضوء الـ Hα (وهو نوع من أنواع المرشحات الضوئية) في مرصد جامعة هاواي يتبين فيها تأجج شمسي حدث توا من منطقة تقع في الجهة الخلفية للشمس ، وعمل هذا التأجج على إحداث تدفق راديوي من النوع الثاني وكذلك ثورة في النتوءات وتعرف هذه الظاهرة بـ "الرشاش التأججي". وقد تلا هذا الاضطراب التأججي قذف متتابع لسحب بلازمية تعمل على إشعاع تدفق مستمر من النوع الرابع عند طول موجي متري.



وعلي الرغم أنه من الأمور المحيرة حقا ذلك التعقيد الملاحظ في الظواهر الشمسية المختلفة. إلا أن الشمس توفر لنا مختبرا كونيا قريبا يمنحنا الفرصة في تفحص ودراسة أعداد وفيرة من الأحداث التي تجري في باطنها وجوها في الأطوال الموجية للطيف الكهرومغناطيسي ، مما يساعدنا على تفهم طبيعة الكثير من العمليات الفيزيائية الفلكية.

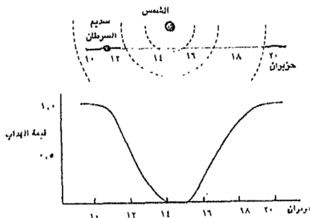
الإكليل الشمسي الخارجي والرياح الشمسية :

أثبتت الصور المأخوذة للشمس في أثناء الكسوفات الكلية العديدة أن الأكليل الشمسي يمتد إلى مسافات بعيدة داخل الفضاء بين الكواكب. كما أثبتت المجسات الفضائية أن هناك سيلا من الغاز المتأين لا ينقطع تدفقه من الشمس في معظم الأحيان يطلق عليه اسم "الرياح الشمسية" ينتشر ويمتد إلى مسافات كبيرة في الفضاء حتى أنه يتجاوز مدار الأرض.

ولا نستطيع إنهاء الحديث عن الشمس الراديوية والفلك الراديوي الشمسي دون مناقشة تأثير الأكليل الشمسي الخارجي البعيد عن الشمس وكذلك تأثير الوسط بين الكواكب على الموجات الراديوية المارة خلالهما.

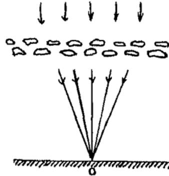
في عام ١٩٥١ اقترح بعض العلماء فكرة جديدة حول دراسة الإكليل الشمسي الخارجي من خلال ملاحظة تأثيره على الموجات الراديوية القادمة من مصادر بعيدة تقع باتجاه قريب من الشمس بحيث يجعلها تتكسر عند مرورها به ، وقد وجدوا أن المصدر الراديوي سديم السرطان يصلح تماما لهذه المهمة إذ أن اتجاه خط النظر نحو السديم يصبح قريبا من الشمس في شهر يونيو من كل عام ولا يبعد عنها أكثر من خمس مرات بقدر نصف قطرها وعند رصد سديم السرطان بعد الأخذ في الاعتبار ضيق مجال الرؤية للمداخلات (وهي الأجهزة المستخدمة في عمليات القياس وتعتمد على التداخل وبالتالي سميت مداخلات) مما يجعل قطر الشمس أكبر بكثير من أن يظهر بتسجيلات المداخل. وكذلك الرصد عندما تكون الشمس في أقل فترات نشاطها كي نتجنب الإشعاعات التي تصدرها البقع الشمسية والتأججات. وجد أن التأثير الرئيسي للإكليل الشمسي ليس مجرد انحناء بسيط في مسارات الأشعة ولكنه عبارة عن استطارة كبيرة تحدث للموجات الراديوية سببها عدم الانتظام (أو اللاتجانس) الكبير في الكثافة الإلكترونية الإكليلية ، وهذا أدى بدوره إلى ازدياد ظاهري في حجم سديم السرطان ، وهذه العملية تشبه رؤيتنا للضوء القادم المار خلال سطح زجاجي خشن أو مغطى بالثلج.

ويزداد إدراكنا لقيمة هذا التأثير إذا عرفنا أن الحجم الزاوي الحقيقي لسديم السرطان هو ٥ دقائق قوسية فإذا رصدنا هذا السديم عند طول موجي ٨ ملليمتر عندما يكون واقعا على مسافة قدرها عشر مرات نصف قطر الشمس سيصبح قطره ١٥ دقيقة قوسية ، وبازدياد الاقتراب سيزداد قطره الزاوي حتى يصل إلى ٤٥ دقيقة قوسيه عندما يكون واقعا على مسافة قدرها خمس مرات نصف قطر الشمس. ولوحظ أن الزيادة الظاهرية في الحجم يصاحبها نقصان في قيمة هداب التداخل.



ويعزى السبب في حدوث هذه الاستطارة إلى التغيرات في الكثافة الإلكترونية في مناطق الإكليل الخارجي. وتتناسب التغيرات لمعامل الانكسار الراديوي طرديا مع مربع الطول الموجي (ل^٢). لذا يمكن القول أن الاستطارة تكون أكبر عند الأطوال الموجية الكبيرة. وإذا كانت الاستطارة كبيرة جدا فإن شدة الإشارة المستلمة تتضاءل كثيرا إضافة إلى أن تناقصا سيحدث في قيمة رؤية هداب التداخل.

باستخدام مداخلات ذات خطوط قاعدة موضوعة باتجاهات مختلفة توصلنا إلى استنتاجات مثيرة ، فقد وجد أن مناطق التأين غير المنتظمة (اللامتجانسة) تستطيل وتنتظم وتمتد شعاعيا بعيدا عن الشمس. وهذا الانتظام على هذه الهيئة الشعاعية ينتج بفعل المجال المغناطيسي الشمسي الذي يجعل من حركات الإلكترونات حلزونية حول خطوطه ويمنعها من الانتشار نحو الجانب. ولوحظ وجود ترابط وثيق بين الصور الراديوية لانتظام مناطق التأين في المناطق المجاورة للشمس وبين سيول الغاز المرئية المندفعة خارج الشمس في منطقة الإكليل.



. وبالإمكان استنتاج بعض المعلومات حول توزيع الكثافة الإلكترونية في الغلاف الجوي للشمس من خلال دراسة الاستطارة الراديوية الحاصلة فيه. فقد وجد أن الاستطارة أقوى ما تكون عند مستوى خط الاستواء مما يدل على التوزيع الإهليجي للكثافة الإلكترونية وكما هو متوقع فسوف تتغير قيمة الاستطارة أثناء دورة البقع الشمسية ، وتضعف هذه الاستطارة بازدياد البعد عن الشمس. وأكدت المجسات الفضائية هذا الأمر إذ بينت أن الكثافة الإلكترونية تصل إلى ٥ إلكترون /سم٢ عند بعد وحدة فلكية واحدة عن الشمس.

وفي عام ١٩٦٢ تم التعرف على خصائص الاستطارة في منـــاطق الإكليـــل وكذلك الرياح الشمسية بأسلوب آخر ، إذ وجد من خلال الأرصاد خلال هذه الســنة عند الأطوال الموجية المترية للمصادر الصغيرة جدا (التي يقل قطرها عن بضـــع ثوان قوسية) إن الإستطارة تولد تذبذبا في قيمة الإشارات القادمة. وهــذا التذبــذب يشبه التومض أو التلألؤ الذي نراه في صورة النجوم بصريا والــذي ســببه عــدم الانتظام لمعامل الانكسار للغلاف الجوي الأرضي. والاختــلاف بيــن الاثنيــن إن التومضات الضوئية تنتج بسبب اختلاف درجة الحرارة للغلاف الجوي وكمية البخار الموجودة فيه ، في حين يعود سبب التذبذبات الراديوية إلى الاختلاف فـــي الكثافــة الإلكترونية في الفضاء بين الكواكب. وفي الحالتين كلتيهما تحسب سرعة الريـــاح المحركة لهذا اللاتجانس أو منطقة عدم الانتظام عبر مجال النظر والرؤية من خلال حساب معدل التذبذب أو التومض المرصود.

ويؤدي التداخل الحاصل بين الموجات المستطارة إلى تغير قيمها. وتـــؤدي التغيرات غير المنتظمة في الانكسارات إلى انحناء مسار الموجات بحيث تصل هــذه الموجات إلى الراصد وإن كانت قادمة من اتجاهات مختلفة. وكنتيجة لذلك ســوف تمتزج الموجات القادمة من مختلف الاتجاهات والتي عانت مـــن الاســتطارة مــع بعضها ، فإذا امتزجت بنفس الطور ستزداد قوة الإشارة الواصلة وبعكسها ســتخفت الإشارات المستلمة عندما تمتزج مع بعضها بعكس الطور فتلغي كل منها الأخــرى ، وتبعا لذلك تتغير قيمة الإشارة المرصودة.

هذا الكلام صحيح إذا كان المصدر صغيرا أما لو كان المصدر له حجم أكبر من ذلك فإن التذبذبات سوف تقل قيمتها وتصل إلى الراصد.

لقد أفادتنا دراسة هذه التذبذبات في الحصول على معلومات قيمة حول كـــل من تمييز المصادر الراديوية ذات الحجم الزاوي الصغير جدا وكذلك فـــي معرفــة تركيب وأخذ قياسات للتأين الموجود في الوسط بين الكواكب المتولد بفعل الريـــاح الشمسية. وهناك مسألة أخرى وهي أن التذبذبات لا تظهر في جميع أنحــاء الأرض في وقت واحد ، فعندما يحدث خفوت في مكان معين فإنه يتحرك إلى مكان آخر بعد مدة معينة. وقد تم تسجيل ذلك بأرصاد أخذت في منـــاطق مختلفــة ، ولوحــظ أن

حركة التذبذبات تمر عليها تباعا عندما تتحرك مناطق اللاتجانسات مع الرياح الشمسية ، وهذا يشبه غيمة متحركة تلقي بظلها على الأرض وبحركتها ينتقل ظلها من مكان إلى آخر. ودلت الأرصاد الراديوية على أن سرعة هذه الرياح التي تسير في الفضاء بين الكواكب تتراوح بين (٣٠٠-٥٠٠) كم/ث ، أما أطوال اللاتجانسات فقد تصل إلى ٣٠٠ كم.

عندما تنطلق هذه اللاتجانسات في الفضاء فإنها تصحب معها جزءا من المجال المغناطيسي الشمسي الذي يساعد على تماسك اللاتجانس وانتشاره على امتداد هذه الخطوط ، ويدعى تأثير المجال المغناطيسي هذا أحيانا بتأثير المجال المجمد. وهذه الظاهرة يمكن أن تعزى إلى وجود دقائق مشحونة متحركة أو بتعبير آخر وجود تيارات كهربائية تؤدي إلى توليد هذه المجالات المغناطيسية. وحيث أن كثافة البلازما في هذه المناطق منخفضة فقليلا ما ستتعرض الدقائق إلى اصطدامات بينها ، أي إن التيارات سوف تستمر بالسير بدون أي إعاقة.

الفصل الرابع

العلاقات الشمس-أرضية

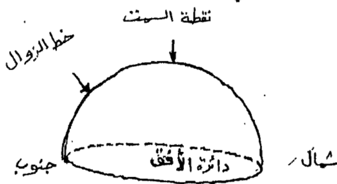
ترتبط الأرض ارتباطا وثيقا بالشمس النجم الأم في المجموعة الشمسية. فهي تدور في فلكها، وتتأثر بها تأثيرا كبيرا.

وفي هذا الفصل سوف نتناول بالتفصيل الظواهر التي نشاهدها على سطح الأرض ، والتي ترجع في أصلها إلى هذا الارتباط الوثيق وتلك العلاقة الحميمة بين الأم وأحد أبنائها ألا وهو كوكب الأرض.

تعتبر الشمس أهم الأجرام السماوية لسكان الأرض ، حيث تحدد حركتها الظاهرية أهم دوره في حياة العالم ألا وهي دورة الليل والنهار. ففي كل يوم تشرق الشمس فوق الأفق الشرقي وترتفع في السماء راسمة مسارا قوسيا إلى أن تختفي فوق الأفق الغربي. وفي منتصف الطريق بين الشروق والغروب تصل الشمس إلى نقطة أقصى ارتفاع لها بالنسبة للأفق ، وتحدث الظاهرة اليومية المتكررة التي يطلق عليها "وقت الظهيرة" وهو مرجع أساسي لقياس الوقت حيث تمثل الفترة ما بين ظهرين متتاليين طول اليوم الشمسي.

وأود أن أوضح هنا أن هناك نوعان من الأيام يوم نجمي ويوم شمسي.

ويمكن تعريف اليوم النجمي على أنه الفترة الزمنية بين عبورين متتاليين لنجم معين خط الزوال. والزوال هو خط وهمي في السماء يمر بالنقطتين الشمالية والجنوبية على دائرة الأفق كما يمر أيضا بنقطة السمت وهي نقطة في السماء تقع فوق رأس الراصد تماما كما في الشكل.



وبنفس الطريقة يمكن تعريف اليوم الشمسي على أنه الفترة الزمنية بين عبورين متتاليين لمركز الشمس على خط الزوال. واليوم الشمسي أطول من اليوم النجمي بنحو أربع دقائق وإذا توخينا الدقة نجد أن الزيادة هي ٥٥,٩ ثانية ٣ دقائق.

ولقد لاحظ الفلكيون أن اليوم الشمسي لا يكون متساويا في المكان الواحد طول السنة إلا في الأماكن التي على خط الاستواء. وذلك يرجع إلى أن مدار الأرض حول الشمس ليس دائريا تماما ، ولكنه على شكل بيضاوي أي شكل قطع ناقص وبذلك تختلف السرعة المدارية للأرض مع اختلاف المسافة بين الشمس والأرض. ونظرا لعدم تساوي طول اليوم الشمسي في المكان الواحد على مدار السنة فإنه لا يمكن استخدام الوقت الشمسي المحلي كمقياس للزمن. ولعلاج هذه المشكلة اتفق الفلكيون على أخذ متوسط الأيام الشمسية على مدار السنة وأطلقوا عليه " اليوم الشمسي الوسطي" وبذلك تم تثبيت طول اليوم. ومن هذا نستطيع أن نقول أن اليوم الشمسي والوسطي هو الناتج عن حركة شمس اعتبارية بمعنى شمس تخيلية تقطع في حركتها مسافات متساوية في أزمنة متساوية وتكون الفترة بين عبورين متتاليين لهذه الشمس الاعتبارية خط الزوال هي ما يطلق عليها اسم "اليوم الشمسي الوسطي" أو "اليوم المدني" واصطلح على أن يقسم اليوم إلى ٢٤ ساعة والساعة إلى ٦٠ دقيقة والدقيقة ٦٠ ثانية.

نعود مره أخرى إلى حركة الشمس الظاهرية والتي تنشأ في الحقيقة عن دوران الأرض حول محورها ، هذه الحركة التي نشاهدها يوميا في تعاقب الليل والنهار في نظام مبدع دقيق لا خلل فيه لأنهُ من صنع الله الذي أتقن كل شيء صنعا بكل ما فيها من معجزات وآيات نشاهدها بأعيننا في كتاب الله المنظور ألا وهو الكون. ويذكر الله بها المؤمنين ليزدادوا إيمانا ، ويدلل بها للكافرين على مدى ظلمهم وإنكارهم لما يروا رؤيا العين علهم يثوبوا إلى رشدهم ويعرفوا الطريق إلى الله الخالق البارئ المصور سبحانه وتعالى عما يشركون فيقول عز من قائل في كتابه المسطور :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إن في اختلاف الليل والنهار وما خلق الله في السموات والأرض لآيات لقوم يتقون﴾.

صدق الله العظيم

(يونس ٦)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وسخر لكم الشمس والقمر دائبين وسخر لكم الليل والنهار﴾.

صدق الله العظيم

(إبراهيم ٣٣)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وهو الذي خلق الليل والنهار والشمس والقمر كل في فلك يسبحون﴾.

صدق الله العظيم

(الأنبياء ٣٣)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿يقلب الله الليل والنهار إن في ذلك لعبرة لأولي الأبصار﴾.

صدق الله العظيم

(النور ٤٤)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وهو الذي جعل الليل والنهار خلفة لمن أراد أن يذكر أو أراد شكوراً﴾.

صدق الله العظيم

(الفرقان ٦٢)

ويتجلى الله على عباده فيبين لهم أن الليل والنهار آيتين من آياته أي علامتين على وحدانيته وجلال وتمام قدرته وإن تعاقبهما هو الأساس لوضع التقاويم التي تنظم سعيهم لعمارة الأرض ، ولولا خلق الله سبحانه وتعالى الليل والنهار لما عرفنا كيف نحسب السنين ولما عرفنا إلى متى يعمل الأجير ومتى يُفطر الصائم ولا كيفية تحديد أوقات الصلاة والحج حيث يقول سبحانه وتعالى في محكم وآياته:

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وجعلنا الليل والنهار آيتين فمحونا آية الليل وجعلنا آية النهار مبصرة لتبتغوا فضلاً من ربكم ولتعلموا عدد السنين والحساب وكل شيء فصلناه تفصيلاً﴾.

صدق الله العظيم

(الإسراء ١٢)

وهكذا وكما رأينا أمكن التعرف على حركة الأرض اليومية عن طريق تعاقب الليل والنهار ،.فكيف نتعرف على الحركة السنوية لدوران الأرض حول الشمس والتي ينشأ عنها تتابع الفصول.

نتيجة لدوران الأرض حول الشمس ، تلك الدورة التي تكملها في سنة كاملة تبدو الشّمس وكأنها تتحرك ظاهريا في دائرة يطلق عليها اسم دائرة البروج. وقد سميت كذلك حيث يقع على هذه الدائرة أو بالقرب منها إثنى عشر مجموعة نجمية يطلق عليها البروج أو الأبراج وهي :

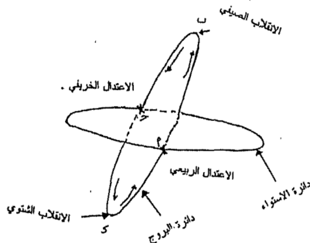
الحمل (أسماه العرب الكبش) – الثور – الجوزاء (أسماه العرب التوأمين) – السرطان – الأسد – العذراء (اسماه العرب السنبلة) – الميزان – العقرب – القوس (أسماه العرب الرامي) – الجدي – الدلو (أسماه العرب ساكب الماء) – الحوت (اسماه العرب السمكتين).

ولقد نظم أحد الشعراء العرب بيتين من الشعر جمع فيهما الإثنى عشر برجا وفي ترتيبهما المفروض تبعا لمرور الشمس بينهما فقال :

حمل الثور جوزه السرطان ورأي الليث عذراء الميزان

ورمى عقربا بقوس بجدي نزح الدلو بركة الحيتان

وتبقى الشمس في كل برج حوالي شهر ، وتكون الشمس في أول برج الحمل عند الاعتدال الربيعي في ٢١ مارس ، وتتقاطع دائرة البروج مع دائرة الاستواء في نقطتين هما النقطة (أ) عند الاعتدال الربيعي (٢١مارس) والنقطة (جـ) عند الاعتدال الخريفي (٢١ سبتمبر).



نتكلم هنا عن دائرة الاستواء السماوية ، ونستطيع تعريفها إذا تخيلنا امتداد مستوى خط الاستواء الأرضي فإنه يقطع الكرة السماويه في دائرة هي دائرة الاستواء السماوية والتي تتقاطع بدورها مع دائرة البروج في نقطتي الاعتدال الربيعي والخريفي.

وعند تبدأ الشمس حركتها الظاهرية مبتدئة من الاعتدال الربيعي فإنها تظل صاعدة إلى أن تصل إلى النقطة التي تبدأ بعدها في النزول أي تنقلب لذلك سُميت هذه النقطة (ب) بنقطة الانقلاب الصيفي (٢١ يونيو). ثم تظل الشمس في حركتها على دائرة البروج حتى تصل إلى النقطة (جـ) نقطة الاعتدال الخريفي ، وتواصل هبوطها إلى أن تصل إلى النقطة (د) حيث تنقلب صاعدة مرة أخرى لذا يطلق على النقطة (د) نقطة الانقلاب الشتوي (٢١ ديسمبر). ويتساوى طول كل من الليل والنهار عند نقطتي الاعتدال الربيعي والاعتدال الخريفي.

ويمكن الاستدلال على حركة الشمس الفصلية باستخدام عصا ، نعم عصا فإذا وضعنا عصا في وضع رأسي عمودي على سطح أرض مستوية نكون قد صنعنا جهازاً لدراسة الحركة الشمسية الفصلية وهو ابسط صورة لما يُطلق عليه اسم المزولة. وأول ما نلاحظ أنه عندما يكون ارتفاع الشمس قريباً من الأفق يكون الظل طويلا بينما يكون الظل أقصر ما يكون في وقت الظهيرة. وعند ملاحظة ظل المزولة خلال سنة كاملة نلاحظ أن طول الظل في وقت الظهيرة يختلف من الصيف إلى الشتاء ، ففي خلال فصل الصيف يكون طول الظل أقصر ما يمكن عند الانقلاب الصيفي وهي اليوم الذي يكون فيه عدد ساعات النهار أكبر ما يمكن (أطول نهار) ، وعند الانقلاب الصيفي تبلغ الشمس أعلى نقطة في السماء في حركتها على مدى العام. وفي المقابل فعند الانقلاب الشتوي يزداد طول الظل إلى أقصى مدى ، ويكون في هذا اليوم اقل عدد من ساعات النهار (أقصر نهار) ، وتهبط الشمس إلى أدني ارتفاع لحركتها السنوية في السماء ، أما عند نقطتي الاعتدال الربيعي والخريفي يبلغ طول الظل متوسط قيمه النهاية العظمى في الشتاء والنهاية الصغرى في الصيف.

وصدق الله العظيم حين قال في كتابه الكريم :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ألم تر إلى ربك كيف مد الظل ولو شاء لجعله ساكنا ثم جعلنا الشمس عليه دليلا۞ ثم قبضناه إلينا قبضا يسيرا﴾.

صدق الله العظيم

(الفرقان ٤٥ ، ٤٦)

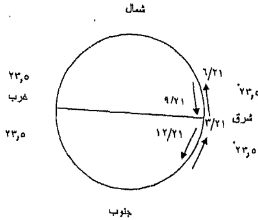
ولقد جاء في تفسير بن كثير قول بن عباس وبن عمر وأبو العالية وغيرهم ، أن المقصود بقوله تعالى "مد الظل" أي ما بين طلوع الفجر إلى طلوع الشمس . "ولو شاء لجعله ساكنا" أي لا يزول . " ثم جعلنا الشمس عليه دليلا أي لولا الشمس تطلع عليه لما عرف فإن الضد لا يعرف إلا بضده. "ثم قبضناه إلينا قبضا يسيرا" أي قبضناه قبضا خفيفا حتى لا يبقى في الأرض ظل إلا تحت سقف أو تحت شجرة.

وجاء نفس المعنى في تفسير القرطبي ولكن زاد على ذلك أن مكوث الظل في هذا الجو بمجرد طلوع الفجر إلى طلوع الشمس. فإذا طلعت الشمس صار الظل مقبوضا وخلفه في هذا الجو شعاع الشمس فأشرق على الأرض وعلى الأشياء إلى وقت غروبها ، فإذا غربت فليس هناك ظل ، إنما ذلك بقية نور النهار وقد قيل : قبضه بغروب الشمس لأنها ما لم تغرب فالظل فيه بقية وإنما يتم زواله بغروب الشمس ومجيء الليل ودخول الظلمة عليه.

فإذا طبقنا ذلك على ما شرحناه سابقا نجد أن الظل يكون ممدودا على سطح الأرض كلها في فترة ما بين طلوع الفجر وطلوع الشمس ، لأنه عند طلوع الفجر تكون الشمس تحت الأفق وتضاء الأرض بضوء غير مباشر منها فيكون الظل ممدودا. أما بعد ارتفاع الشمس فوق الأفق في أول الصباح يختفي الظل تدريجيا وتظل الشمس تطارده حتى يصل طول الظل إلى أقصر ما يكون عند الظهيرة. أما عند غروب الشمس فلا يكون هناك ظل ، إنما يجيء الليل ويغشى الأرض بظلامه. فسبحان الله خالق كل شيء بديع السموات والأرض عما يصفون.

ويرتبط هذا السلوك بتغير اتجاهات غروب وشروق الشمس فنجد أن الشمس في حركتها الظاهرية السنوية تمضي ستة اشهر تشرق ما بين الشمال والشرق ،

وتغرب ما بين الشمال والغرب وفي خلال الستة الأشهر التالية تشـــرق مـــا بيـــن الجنوب والشرق وتغرب ما بين الجنوب والغرب.



وهنا نتذكر قوله سبحانه وتعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ولله المشرق والمغرب فأينما تولوا فثم وجه الله أن الله واسع عليم﴾.

صدق الله العظيم

(البقرة ١١٥)

حيث أن نقطة شروق الشمس من الأفق تسمى مشرق ونقطة غروب الشـمس تسمى مغرب وهو سبحانه وتعالى رب المشرق والمغرب. ونظرا لتعدد واختـلاف نقاط شروق الشمس ونقاط غروبها فإنه يصبح لدينا الكثير من المشارق والمغـارب والله سبحانه وتعالى رب المشارق والمغارب . وصدق سبحانه وتعالى حيث قال :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿فلا أقسم برب المشارق والمغارب إنا لقادرون﴾.

صدق الله العظيم

(المعارج ٤٠)

وترتبط الصلوات الخمس المفروضة ارتباطا أساسيا بدورة الشمس اليومية أو بمعنى آخر ترتبط أوقات الصلاة ارتباطا وثيقا بظواهر طبيعية فلكية متكررة تتكـور يومياتعتمد على حركة الارض حول نفسها. فزوال الشـــمس وغروبــها وشــروقها

واختفاء الشفق المسائي وولادة الشفق الصباحي ظواهر فلكية جعلها الله رحمة للناس كعلامات تحدد لهم أوقات صلاتهم وصدق الله تعالى حين قال في كتابه الكريم:

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إن الصلاة كانت على المؤمنين كتابا موقوتا﴾.

صدق الله العظيم

(سورة النساء ١٠٣)

ولقد ورد تحديد هذه الأوقات في القرآن الكريم والأحاديث النبوية الشـــريفة فلقد قال الله في كتابه الكريم :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وأقم الصلاة طرفي النهار وزلفا من الليل إن الحسنات يذهبن السيئات ذلك ذكـرى للذاكرين﴾. *صدق الله العظيم*

(هود ١١٤)

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿أقم الصلاة لدلوك الشمس إلى غسق الليل وقـــرآن الفجـــر إن قـــرآن الفجـــر كـــان مشهودا﴾.

صدق الله العظيم

(الإسراء ٧٨)

وجاء في الحديث الضحيح الذي رواه الترمذي والنسائي عن جابر بن عبدالله قال : (جاء جبريل إلى النبي صلى الله عليه وسلم حيث زالت الشمس فقال قـــم يـــا محمد فصل الظهر ثم مكث حتى إذا كان فيء الرجل مثله جاءه للعصر فقال قم يـــا محمد فصل العصر ، ثم مكث حتى إذا غابت الشمس جاءه فقال : قم فصل المغرب فقام فصلاها حين غاب الشمس سواء ثم مكث حتى إذا غاب الشفق جاءه فقال : قـــم فصل العشاء فقام فصلاها ثم جاءه حين سطع الفجر في الصبح فقال له قم يا محمـــد فصل الصبح)

وزالت الشمس : معناها عندما تصبح الشمس في الزوال. أما فـــيء الرجـــل فمعناها ظله.

وهكذا نجد أن الآيات القرآنية والأحاديث النبوية تحدد مواقيت الصلاة اعتماد على دورة الشمس اليومية الظاهرية فنجد أن :

الظهر : ويبدأ من دلوك الشمس (وهو أعلى ارتفاع لها في السماء أثناء دورتها اليومية أي هو قمة الدائرة) أي عقب انحراف الشمس عن وسط السماء إلى أن يصير ظل الشيء مثله مضافا إليه طول الظل الذي كان موجودا لهذا الشيء عند الزوال وهو وقت دخول العصر.

العصر : ويبدأ من وقت انتهاء الظهر ويستمر حتى اختفاء حافة الشمس العليا تماما تحت الأفق.

المغرب : ويبدا وقتها من غروب الشمس إلى مغيب الشفق الأحمر أي عندما يصبح انخفاض الشمس تحت الأفق ١٨,٥ درجة.

العشاء : ويبدأ وقتها من بعد وقت المغرب أي عند غياب الشفق الأحمر بعد الغروب ويستمر إلى غسق الليل أي إلى انتهاء الظلام بطلوع الفجر الصادق.

أما الفجر : ويبدأ وقت صلاة الفجر لطلوع الفجر الصادق وهو أول ظهور ضوء الشمس غير المباشر (السابق عليها) والذي يظهر من جهة المشرق ثم ينتشر حتى يعم الأفق جميعه ويصعد إلى السماء منتشرا. أما الفجر الكاذب فلا عبره به وهو الضوء الذي لا ينتشر ويظهر مستطيلا دقيقا يتجه إلى السماء وعلى جانبيه ظلمه. ويمتد وقت الفجر إلى طلوع الشمس.

وتتباين مواقيت الصلاة من مكان إلى آخر حسب اختلاف خطوط الطول والعرض للمواقع الجغرافية المختلفة. إذ نجد إن الشمس تشرق في لحظة على جزء من الأرض وتغرب في تلك اللحظة نفسها على جزء آخر منها. وتبعا لذلك نجد أن صوت المؤذن يبقى مكبرا على مدى ساعات اليوم في كل العصور والأزمان وفي كل الأوقات والبقاع مناديا للصلاة. فما أن ينتهي المؤذن من آذان صلاة الظهر مثلا في موقع معين حتى يحين موعد آذان الظهر في موقع آخر على سطح الأرض يقع غرب الموقع الأول فينطلق صوت المؤذن في ذلك المكان مناديا "الله اكبر" ، ناهيك عن مواعيد آذان الصلوات الأخرى التي تتداخل مع بعضها البعض لاختلاف المواقع الجغرافية على وجه الأرض. وهكذا على مدى الزمان لا نجد لحظة واحدة لا

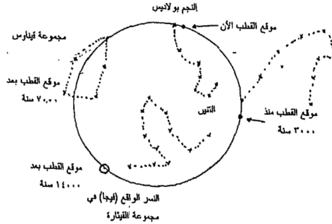
ينطلق فيها صوت المؤذن مناديا "الله أكبر". من الأرض إلى السماء مالئا فضاءها بالتكبير والتوحيد.

ومن الظواهر المثيرة أيضا في أثناء حركة الشمس الظاهرية السنوية ظاهرة "تقهقر الاعتدالين" ولفهم هذه الظاهرة دعونا نعود إلى الماضي البعيد ففي عهد السومريين كانت الشمس تقع في برج الثور عند الاعتدال الربيعي في ٢١ مارس واليوم نرى الشمس قريبة من برج الحوت في نفس هذا التاريخ. معنى هذا أنه في خلال ٥٠٠٠ سنة تحرك موقع نقطة الاعتدال الربيعي على دائرة البروج إلى الغرب من برج الثور مرورا ببرج الحمل ثم إلى برج الحوت.

من هذه المعلومات نستطيع أن نحسب الوقت اللازم حتى تتم نقطة الاعتدال الربيعي دورة كاملة خلال دائرة البروج أي تعود إلى برج الثور مرة أخرى. إذا كانت نقطة الاعتدال الربيعي تحركت خلال برجين في فترة ٥٠٠٠ سنة ، وعدد البروج التي تقع على أو قريبا من دائرة البروج هي ١٢ برجا فتكون الشمس قد قطعت ٦/١ الدورة في ٥٠٠٠ سنة وبحسبه بسيطة نجد انه تحتاج إلى ٣٠٠٠٠ سنة لتكمل دورتها في دائرة البروج.

ولقد بينت الحسابات الأكثر دقة إن الفترة اللازمة لهذه الدورة هي ٢٥٧٨٠ سنة. وتسمى الإزاحة البسيطة البطيئة لنقطي الاعتدال في اتجاه الغرب ظاهرة تقهقر الاعتدالين حيث أن نقطة الاعتدال تتراجع إلى الخلف على دائرة البروج بمعدل ٥٠ ثانية قوسية في السنة وينشأ عنها تغير موقع الشمس بين البروج في نقاط الاعتدالين والانقلابين.

ويؤثر تقهقر الاعتدالين في ظاهرة أقل وضوحا ولكنها ظاهرة هامة أيضا ألا وهي تحرك الأقطاب السماوية. بمعنى تغير موضع القطبين في السماء. فكما نعرف فإن القطب السماوي الشمالي الآن يقع بالقرب من النجم الذي يطلق عليه اسم "بولاريس" في مجموعة الدب الأصغر ، ولكن منذ ثلاثة آلاف سنة مضت كان القطب الشمالي بالقرب من نجم يطلق عليه اسم الثعبان ويطلق عليه أيضا اسم (ألفا التنين) لوقوعه في مجموعة التنين ، وبعد حوالي ١٤٠٠٠ سنة من الآن سيحط



القطب الشمالي رحاله بالقرب من نجم فيجا (النسر الواقع) وهكذا يظل تأثير تقهقر الاعتدالين مستمرا في تغيير موقع القطبين على الرغم من أن هذا التأثير غير ملحوظ لأنه يحتاج إلى فترات طويلة من السنين تصل إلى عدة آلاف حتى يمكن ملاحظته.

من الظواهر المرتبطة بالشمس أيضا ظاهرة "الشفق القطبي". ففي أوقات النهاية العظمى للنشاط الشمسي ، وعندما يصل نشاط الومض الشمسي قمته ، تتدفع سيول من الجسيمات المشحونة إلى الطبقات العليا في الغلاف الجوي للكره الأرضية. تتسبب الإلكترونات العالية السرعة الهائمة في الفضاء في إثارة الذرات في الغلاف الجوي ، وينشأ عن عودة الذرات المثارة إلى المستوى الأدنى مرة أخرى ظهور إشعاعات في المدى المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي. وتنشأ ظاهرة الشفق القطبي في السماء عند القطب ، ويمكن تشبيهها على أنها صفائح رقيقة خافتة اللمعان معلقة في السماء وتتسدل وكأنما هي ستائر بيضاء.

وتحتاج رؤية الشفق القطبي إلى طقس صافي وأن نكون بعيدين عن خط الاستواء. ويشاهد الشفق القطبي في معظم أوقات السنة في ليالي مناطق شمال سيبريا ولابلاند وجرينلاند والآسكا. ويحدث الشفق القطبي بمعدل مرة كل أسبوعين في السويد والنرويج وشمال اسكتلندا. أما في لندن فيحدث الشفق القطبي مرة كل شهرين تقريبا.

وتختلف ظاهرة الشفق القطبي عن ظاهرة الشفق المعتادة التي نلاحظها في الأفق الغربي عقب كل غروب للشمس وفي الأفق الشرقي قبل كل شروق للشمس. ويعد الشفق ظاهرة طبيعية تحدث نتيجة انعكاس ضوء الشمس كليا عقب غروبها وعندئذ يعرف "بشفق الغروب". والمعروف أن الشفق ينعدم تماما عندما تكون الشمس تحت الأفق بزاوية مقدارها ١٨° تقريبا وتطول فترة الشفق كلما ارتفعنا إلى خطوط العرض العليا. ويظهر الشفق المسائي في أول الأمر بلون أصفر ، ثم لا يلبث أن يتغير لونه بازدياد انخفاض الشمس تحت الأفق ليتحول إلى اللون الضارب إلى الحمرة ، وعندما يلفظ أنفاسه الأخيرة من بدء الليل ينتهي باللون الأبيض بينما نجد أن الشفق الصباحي يبدأ في أول الأمر قبل الشروق ويتصف عندئذ باللون الأبيض وما أن يمر بعض الوقت حتى يتحول تدريجيا إلي اللون الأصفر وأخيرا وقبل بزوغ الشمس يتحول إلى اللون الأحمر.

وينتج هذا الضوء المميز عن طريق التشتت بواسطة جو الأرض والذي ينقل ضوء الشمس إلى الراصد بعض الوقت بعد غروب الشمس أو قبل شروقها وتعتمد طول هذه الفترة أي فترة ظهور الشفق على خط الطول وخط العرض والارتفاع للشخص المراقب للظاهرة وعلى وقت السنة كما تعتمد أيضا على الظروف المحلية وخاصة الجو.

ويمكن تمييز ثلاث درجات من الشفق :

الشفق المدني :

وينتهي عندما يكون مركز الشمس على بعد ٦° تحت الأفق. وإذا كانت السماء صافية فإنه يمكن عادة ممارسة أي عمل في الأماكن الخلوية بدون الحاجة إلى أضواء صناعية في فترة الشفق المدني.

الشفق البحري :

وينتهي عندما تكون الشمس على بعد ١٢° تحت الأفق وفيه يمكن رؤية الأفق وكذلك النجوم اللامعة في السماء.

الشفق الفلكي :

وينتهي عندما تكون الشمس تحت الأفق بحوالي ١٨° وعند ذلك الوقت لا يصل أي أثر من إضاءة الشمس إلى السماء.

وسبحان الله الخالق البارئ المصور الذي قال في محكم كتابه :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إن ربكم الله الذي خلق السموات والأرض في ستة أيام ثم استوى على العرش يغشي الليل النهار يطلبه حثيثا والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره ألا له الخلق والأمر تبارك الله رب العالمين﴾.

صدق الله العظيم

(الأعراف ٥٤)

ولقد ورد في التفاسير أن معنى ﴿ يغشي الليل النهار يطلبه حثيثا﴾

أن يذهب ظلام هذا بضياء هذا ، وضياء هذا بظلام هذا ، وكل منهما يطلب الآخر طلبا حثيثا أي سريعا أي لا يتأخر عنه يعني إذا ذهب هذا جاء هذا ويتجلى ذلك في قوله سبحانه وتعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وآية لهم الليل نسلخ منه النهار فإذا هم مظلمون۝ والشمس تجري لمستقر لها ذلك تقدير العزيز العليم۝ والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم۝ لا الشمس ينبغي لها أن تدرك القمر ولا الليل سابق النهار وكل في فلك يسبحون﴾

صدق الله العظيم

(يس ٣٧-٤٠)

وجاء في التفاسير أن معنى كلمة نسلخ منه النهار أي "نصرمه منة فيذهب ويقبل الليل" وهي عملية تدريجية لا تحدث فجأة.

وتأمل في قوله تعالى ﴿ولا الليل سابق النهار﴾ أي لا يفوته بوقت يتأخر عنه بل هو في أثره أي ان عملية التغير من الليل إلى النهار والعكس هي عملية تواصليه لا تشعر فيها بسبق الواحد عن الآخر إنما تشعر بالتتابع ولذا قال عز من قائل ﴿يطلبه حثيثا﴾.

وندرك صورة التدرج من الليل إلى النهار أو العكس بظهور الشفق الصباحي أو المسائي من تصوير الخالق البارئ المصور في كتابه الكريم حيث قال :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ذلك بأن الله يولج الليل في النهار ويولج النهار في الليل وان الله سميع بصير ﴾

صدق الله العظيم

(الحج ٦١)

وقوله تعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿تولج الليل في النهار وتولج النهار في الليل وتخرج الحي من الميت وتخرج الميت من الحي وترزق من تشاء بغير حساب﴾

صدق الله العظيم

(آل عمران ٢٧)

ولقد جاء في "التفسير الواضح" : أن من مظاهر قدرة الله تعالى وتمام الملك والعظمة أن الله يدخل الليل في النهار فيزيد ، ويدخل النهار في الليل فيزيد ، بيده الملك والأمر الكون جميعا في قبضته والسماوات والأرض مطويات بيمينه، وجاء في تفسير "ابن كثير":

﴿ تولج الليل في النهار وتولج النهار في الليل ﴾

أي تأخذ من طول هذا فتزيده في قصر هذا فيعتدلان ثم تأخذ من هذا فيتعاونان ثم يعتدلان وهكذا في فصول السنة ربيعا وصيفا وخريفا وشتاء.

أي ان الآيات الكريمة تشير إلى اختلاف طول الليل والنهار مع اختلاف فصول السنة وهي ظاهرة تكلمنا عنها. وهنا أجدني أضيف أيضا إلى هذا المعنى معنى جديد وهو أن الله سبحانه وتعالى جلت قدرته يدخل الليل على النهار فيتوارى الأخير شيئا فشيئا حيث تختفي الإضاءة تدريجيا إلى أن تنتهي فترة الشفق فيحدث إظلام الليل. ويدخل النهار على الليل فتبدد إضاءة الشفق الصباحي ظلمة الليل شيئا فشيئا إلى أن تشرق الشمس فيعم ضوءها وينبلج الصباح ويظهر هذا المعنى جليا أيضا في قوله تعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿خلق السموات والأرض بالحق يكور الليل على النهار ويكور النهار على الليل وسخر الشمس والقمر كل يجري لأجل مسمى ألا هو العزيز الغفار﴾

صدق الله العظيم

(الزمر – ٥)

وقد جاء في "تفسير بن كثير" لمعنى ﴿يكور الليل على النهار ويكور النهار على الليل﴾. أي سخرهما متعاقبين لا يفتران كل منهما يطلب الآخر طلبا حثيثا.

أما في تفسير القرطبي فذكر أن التكوير في اللغة يعني طرح الشيء على بعضه. وقد روي عن بن عباس في معنى الآية : ما نقص في الليل دخل في النهار وما نقص في النهار دخل في الليل. وقيل تكوير الليل على النهار أي تغشيته إياه حتى يذهب ضوءه ويغشي النهار على الليل فيذهب ظلمته. وهو ما أجده معبرا عن تدرج الظلمة بعد غروب الشمس وتدرج انبلاج الصباح بظهور ضوء الشفق الصباحي.

ولظاهرة الشفق أهمية مميزة بالنسبة للعالم الإسلامي من الناحية الدينية لتحديد أوقات صلاتي الفجر والعشاء تحديدا وفي فريضة الصوم أيضا كما جاء في قوله تعالى :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وكلوا واشربوا حتى يتبين لكم الخيط الأبيض من الخيط الأسود من الفجر ثم أتموا الصيام إلى الليل﴾.

صدق الله العظيم

(البقرة ١٨٧)

ومن الظواهر الفلكية المثيرة والتي تحدث في أماكن محددة على سطح الأرض ما نطلق عليه " شمس نصف الليل" وتشاهد هذه الظاهرة في المناطق القطبية بالقرب من موعد الانقلاب الصيفي وتتلخص هذه الظاهرة في بقاء الشمس مرئية فوق الأفق عند منتصف الليل بحيث تصل إلى أقل ارتفاع لها فوق الأفق ولكن لا تغرب. وشمس منتصف الليل هي إحدى نتائج ميل محور دوران الأرض

وبناء عليه تبقي الأرض كل قطب من قطبيها مواجها للشمس على التوالي. ويكون طول النهار أو الليل عند القطبين ستة أشهر في كل حالة. وعندما يصبح الجزء الشمالي من الكره الأرضية مبتعدا عن الشمس في المدار يحل الليل على هذا الجزء وتقل طول الفترة المظلمة التي لا يتخللها ضوء النهار كلما بعد المكان عن القطب وتنتهي تماما عند الدائرة القطبية عن (خط عرض ± ٣٣ ٦٦ °).

ويمكن مشاهدة شمس منتصف الليل لعدة أيام حول وقت الانقلاب الصيفي في كل الأماكن التي تقع شمال خط عرض + ٦٦° وجنوب خط عرض - ٦٦°.

ولا تقتصر هذه الظاهرة على الشمس فقط بل أن هناك نجوم لا تشرق ولا تغرب أي أنها نجوم تظل ظاهرة فوق الأفق تتحرك ظاهريا في دائرة مركزها القطب الشمالي أو الجنوبي بحيث لا تتقاطع مع دائرة الأفق وكما أن هناك نجوم دائما فوق الأفق فإن هناك نجوم دائما تحت الأفق وسبحانه تعالى القائل في محكم كتابه :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إن ربكم الله الذي خلق السموات والأرض في ستة أيام ثم استوى على العرش يغشى الليل النهار يطلبه حثيثا والشمس والقمر والنجوم مسخرات بأمره ألا له الخلق والأمر تبارك الله رب العالمين﴾.

صدق الله العظيم

(الأعراف ٥٤)

وأخيرا لا يفوتنا ونحن نتكلم عن الظواهر المرتبطة بالشمس أن نشير إلى ظاهرة الكسوف الشمسي وهي من الظواهر المألوفة منذ الأزل.

يحدث كسوف الشمس نتيجة لوقوع القمر بين الأرض والشمس وبشرط أن يكون القمر في حالة الاقتران أو قريبا منها أو بعبارة أوضح أن يكون هلالا وليدا أي لحظة ميلاد القمر. وأن تكون مراكز الأجسام الثلاثة على خط مستقيم تقريبا. ونتيجة لميل مدار القمر على دائرة البروج فأنه من البديهي ألا يحدث الكسوف إلا إذا كان القمر على دائرة البروج أو قريبا منها وبعبارة أخرى عندما يكون القمر عند إحدى العقدتين وهما نقطة تقاطع مدار القمر مع دائرة البروج.

وحيث أن نصف قطر القمر أقل بكثير من نصف قطر الأرض فمن غير الممكن أن تقع الأرض بأكملها داخل مخروط الظل الناشئ عن المماسات الخارجية لكل من الشمس والقمر ، وبالتالي فإن كسوف الشمس يمكن مشاهدته فقط من بعض الأجزاء على سطح الأرض.

ويبين الشكل مخروط الظل الناشئ عن التقاء المماسات الخارجية للشمس والقمر عند رأس المخروط في النقطة "ط" ويسمى هذا المخروط بمنطقة الظل وتسمى المنطقة الناشئة عن المماسات الداخلية شبه الظل.

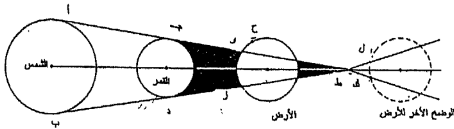
وقد يكون الكسوف كلياً أو جزئياً أو حلقياً.

فإذا كان الراصد يقف في أي موقع على سطح الأرض محصوراً بين النقطتين "و" ، "ز" فإنه يشاهد الكسوف كلياً حيث يحجب القمر في هذه الحالة ضوء الشمس تماما عن هذه المناطق فيسمى الكسوف كلياً. وبعبارة أكثر عمومية إذا كان الراصد يقع على خط المراكز للشمس والقمر وكان القطر الزاوي للقمر أكبر من الشمس فإنها بأكملها تختفي وراءه ويعتمد هذا على مدى بعد القمر عن الأرض ، أما إذا كان الراصد عند نقطة مثل "ح" فإن القمر في هذه الحالة يحجب جزءاً من ضوء الشمس فيكون الكسوف جزئياً بشرط أن تقع النقطة "ح" في منطقة شبة الظل وبعبارة أخرى إذا كان الراصد بعيداً من خط المراكز فإن القمر يُخفي جزءً من الشمس ويسمى ذلك كسوفاً جزئياً.

أما إذا كانت الأرض في وضعها الآخر الممثل في الشكل فإن الراصد الموجود في المنطقة المحصورة بين النقطتين "ك" ، "ل" يشاهد الكسوف حلقياً ، أي أنه في الأحوال التي فيها بعد الأرض عن القمر أكثر من طول مخروط الظل ففي هذه الحالة يختفي الجزء الأوسط من الشمس ويتبقى حلقة مضيئة منها ويسمى ذلك كسوفاً حلقيا.

ولمزيد من الإيضاح نناقش هذا الموضوع عن طريق الأرقام من المعروف أن القطر الزاوي للقمر يتغير من تسعة وعشرين دقيقة قوسيه واثنين وعشرين ثانية قوسيه عند الأوج إلى ثلاثة وثلاثين دقيقة قوسيه وثمانية وعشرين ثانية قوسيه عند الحضيض بينما يتغير القطر الزاوي للشمس من إحدى وثلاثين دقيقة قوسيه وثمانية

وعشرين ثانية قوسيه عند الأوج إلى اثنين وثلاثين دقيقة قوسيه وأثنين وثلاثين ثانية قوسيه عند الحضيض ويسمح الاختلاف بين أقطار الجسمين السماويين بحدوث كل من الكسوف الكلي والحلقي والجزئي ، فإذا كانت الشمس في الأوج والقمر في الحضيض يكون الكسوف كليا أو جزئيا تبعا لموقع الراصد إذا ما كان في منطقة الظل أو منطقة شبه الظل أما إذا كانت الشمس في الحضيض والقمر في الأوج فيكون الكسوف حلقيا.



الفصل الخامس

الشمس في العقائد القديمة

تعتبر الحضارة المصرية القديمة أعرق الحضارات في التاريخ وأكثرها ثراء وعطاء. ويشهد تاريخ العالم القديم وما تركه المصريون القدماء من آثار عظيمة على مدى تأصل الديانة في هذه الأمة ، مما جعل للكهنة وضعا متميزا بينهم. كان لهؤلاء الكهنة الذين لم يتخذوا العلم حرفه فحسب بل كرسوا حياتهم ووهبوها لدراسة الظواهر الطبيعية المتنوعة وانقطعوا كلية عن ذويهم منزله رفيعة بين الناس وحظوة كبيرة لدى الملوك.

كانت قصة الخلق من بين الروايات التي انتقلت عبر ما سطره تاريخ أعظم شعب حمل رسالة المدنية والعلم منذ فجر التاريخ ، وخلد على ضفاف النيل من الآثار ما يبهر الأنظار ويشهد على الدوام بأن ما بلغوه من مراتب المدنية لم يبلغه أحد من معاصريهم.

وردت قصة الخلق عند قدماء المصريين في روايات ثلاث تتفق مع بعضها في الإطار العام وإن اختلفت في التفاصيل.

نشأت قصة الخلق الأولى في مدينة هليوبوليس والتي كان اسمها عند قدماء المصريين (أون) تلك المدينة المقدسة العتيقة التي كان الملوك يزورونها بعد اعتلائهم العرش تثبيتا لسلطانهم وتأكيدا له والتماسا للبركة. والخلق في قصة هليوبوليس هي أولى القصص ليس باعتبارها الأقدم فحسب بل لأن رجال اللاهوت استمروا يضيفون عليها على مر السنين.

وتحكي هذه القصة أنه في البدء كان "نون" ذلك العنصر السائل الجامح أو هو "الخواء" على اعتبار أن فيضان النيل السنوي هو نموذجه الاسمي. لم يكن هذا العنصر السائل عنصرا سلبيا بل كان كتلة لم تتشكل ، بعد لا حركة ولا حياة فيها ولكنها تحتوي على كل بذور الحياة الكامنة. وتبعا لهذه الأسطورة لا يختفي السائل بعد انتهاء عملية الخلق بل يظل متربصا بالعالم الحي يهدد باجتياحه بصفة دورية كلما اختل توازن الكون بصفة عامة. وكان الاعتقاد السائد أن النفوس المذنبه التي لم تحظ مثلا بالطقوس الجنائزية أو المواليد الذين ولدوا موتى فلم تسعفهم قواهم للولوج إلى العالم الحسي يهيمون في هذا السائل كالغرقى على غير هدى.

والشمس قد انبعثت من هذا الخواء. خرجت إلى الوجود من تلقاء نفسها ، برزت بعد انحسار المياه. وأخذت أبعاداً مادية فوق حجر مرتفع يُعرف باسم "بن بن" وهو حجر هرمي الشكل كانوا يعتقدون أن اله الشمس أظهر نفسه وهو واقف عليه على هيئة طائر العنقاء "طائر الخلود". وكان هذا الحجر محل تقديس وعبادة في معبد مدينة هليوبوليس على اعتبار أنه المكان الذي شهد عملية الخلق. أما حجر "بن بن" فهو أشعة الشمس التي تحجرت. وقد عُبد هذا الحجر على هيئة مسلة ناقصة تنهض فوق قاعدة مربعة. هذا الإله الذي خلق ذاته هو على التوالي "رع" أي الشمس ذاتها أو "آتوم" أي الكائن التام بمعنى الكلمة او "خبرى" الذي يُمثَّلُ على هيئة جعران واسمه يعنى "التحول" على غرار ما تفعله الحشرة عندما تدفع أمامها كرة الروث. ويستطرد كهنة هليوبوليس سردهم لقصة الخلق حيث يرون ان "رع-آتوم" إله الشمس قد خلق نفسه من "نون" المحيط الأزلي ، واتحد هذا الإله الخالق جنسياً مع نفسه فانجب زوجاً من الآلهه الإله "شو" رب الجفاف والآلهه "تفنوت" ربه الرطوبه. ومن تزاوج الجفاف والرطوبة وُلد زوجان آخران إمرأة ورجل هما السماء "نوت" والأرض "جب" ، وأسفر زواج نوت وجب عن انجاب أربعة مواليد هم أوزوريس وإيزيس وست ونفتيس وأطلقوا على هذه الآلهه "تاسوع هليوبوليس العظيم".

وكما ذكرنا فلم يكن "رع-آتوم" هو الصورة الوحيدة التي عُبد فيها إله الشمس في هليوبوليس ، فهناك أشكال أخرى مثل "حورا ختى" وترجمتها "حورس الذي في الأفق" "وخبرى " على هيئة جُعل.

بدا نضج واكتمال دين رسمي لمصر في عهد بناة الأهرام والذي يبدأ بقيام الأسرة الثالثة وينتهي بانتهاء الأسرة السادسة ولو أن بناء الأهرام استمر بعد ذلك ولكن بدرجة أقل حتى نهاية الأسرة الثانية عشر. وكان أكبر هذه الأهرام هرم الجيزة الذي بناه خوفو والذي تدل ضخامته على ما وصل إليه فن البناء والهندسة في ذل الحين ، وعلى ما كان للحاكم من قوة وجبروت وإدارة حازمة فاستطاع أن يسخر عشرات وربما مئات الآلاف من الرعية في بناء هذا الأثر الخالد وأحد عجائب الدنيا السبع.

تولى المُلك من بعد خوفو أبنه خفرع مُشيِّد الهرم الثاني إلى جوار هرم أبيه في الجيزة والذي يُرجح المؤرخون أيضاً أنه مُشيد "أبو الهول" ولو ان من بين المؤرخين من يقول أنه أُقيم في عصر ما قبل التاريخ. ويلاحظ هنا ان أسم الملك يشمل كلمة "رع" وهي الشمس التي كانت تُمثل أعظم الآلهة في ذلك العصر ، كما أن بعض المؤرخين يرجحون أن ابو الهول تمثال لرع. وقد أخذت عبارة رع تنتشر في الأسرة الرابعة وعمت البلاد كلها وأخذ بعض ملوكها يضيفون اسمه إلى أسمائهم تيمنا وتبركا مثل خفرع و منقرع. وكانت مدينة عين شمس مركزاً لعبادة هذا الإله. وكان كهنتها اقوى الكهنة نفوذاً وسلطانا ، وتأيد نفوذهم بتأسيس الأسرة الخامسة التي أسسها "أوسر كاف" ابن الملكة "خنت كاوس" التي تزوجت أحد الكهنة. وكان هذا الملك نفسه هو أحد هؤلاء الكهنة وقد اعتبر نفسه إبناً لرع. ونهج خلفاؤه من ملوك هذه الأسرة نهجه فأقاموا أهرامهم في أبي صير بالقرب من دهشور وهناك أقاموا بجوارها معابد للشمس نقشوا على جدرانها زوارق جميلة تمثل الشمس في رحلتها النهارية والليلية. وأقاموا لهذه المعابد أعمده ذات تيجان مزينة بنبات البردى وزهرة اللوتس وعينوا الكهنة لحراسة المعابد وأجزلوا لهم العطاء وأوقفوا عليهم الأوقاف ولم يهتم ملوك هذه الأسرة ببناء الأهرام قدر اهتمامهم ببناء المعابد لعبادة الشمس.

أخذت عبادة الشمس تتضاءل في عهد الأسرة السادسة ونافستها عبادة "فتاح" إله المنطقة المحيطة بمنف. ظلت الأمور هكذا إلى نهاية عصر الدولة القديمة وبداية الدولة الوسطى والتي يرجع تاريخها إلى الفترة (٢١٦٠-١٥٨٠ق.م) والتي بدأت بتأسيس الأسرة الحادية عشر وقد اتخذ ملوكها مدينة طيبة ومكانها الآن هو الأقصر عاصمة لهم ومن ملوكهم البارزين أمنحتب مؤسس الأسرة الثانية عشر. وفي عصر هذه الدولة بلغت عبادة الشمس ذروتها ولم يستطع كهنة الآلهة الأخرى مقاومتها أو الوقوف في وجهها. ولما رأوا ما عليه كهنة "رع" من نفوذ وثروة مما كان يغدقه عليهم الملوك مالوا إلى مقاسمتهم بعض حظهم فأعلنوا أن معبوداتهم ما هي إلا صور مختلفة للإله العظيم"رع" وصاروا يضيفون إلى أسماء آلهتهم اسم هذا

المعبود حتى "آمون" إله طيبة التي نشأت بها الأسرة الحادية عشر أسموه "آمون – رع".

لعل أهم ما يستوقف النظر عند دراسة تاريخ العالم القديم أننا لا نكاد نجد أمه تأصلت فيها الديانة وامتزجت بحياة أهلها امتزاجاً قوياً كالأمةٍ المصرية ، حتى لنرى الدين وكأنه الحافز الأكبر على ما نشأ بمصر القديمة من علوم وفنون وآداب واصطبغت به فلسفتها.

فنجد أن من آرائهم الفلسفية أن الزمن مكون من الماضي والحاضر والمستقبل وهي جميعاً متداخلة وليست متفرقة بل هي وفي آن واحد مجتمعة ومتفرقة. ذلك لأنه لو اعتُبر الحاضر منفصلا عن الماضي فانه لا يمكن أن يبتدئ حتى يكون هناك ماضياً فمن الزمن الذي يمضي يُشتق الزمن الحاضر ومن الحاضر يُشتق المستقبل.

وكانوا يعتقدون أن الشمس والقمر أبديان ولذلك رمزوا بهما للأبدية. كما رمزوا لأبدية الكون بالثعبان الملتف الذي يعض ذيله.

وكانوا يعتقدون أن السماء بجر عظيم يعتمد على أربعة أعمدة وأن الشمس تعبر السماء كل صباح في زورق سماوي من الشرق إلى الغرب وكانت هذه النظرية أكثر النظريات التي تفسر حركة الشمس قبولاً واعتقدوا أيضاً أن القمر والكواكب تعبر السماء أيضاً في قوراب ، وذلك لأنه لم تكن هناك طريقة للمواصلات عند المصري القديم انسب من القوارب ، لأنه هو وأجداده قد ركبوا متن النيل ليسافروا عليه من مكان لآخر. ولهذا كان سفر الكائنات المقدسة بنفس الطريق أمراً منطقياً.

أهتم الكهنة اهتماما كبيرا برصد الأجرام السماوية ودراسة حركاته منذ فجر التاريخ بعد أن اتخذوا من بعضها وعلى الأخص الشمس آلهة يتقربون بها إلى الله خالق كل شيء وأغراهم صفاء جو البلاد بأخذ الأرصاد بطريقة منتظمة. ويؤكد بعض المؤرخين أنهم بلغوا في هذا مرتبة لا يرقى إليها شعب آخر من معاصريهم لذلك لم تكن النظرية التي فسرت حركة الشمس في السماء بأن "رع" إله الشمس



غطاء تابوت لمومياء مصرية يصور جسم الأله نو محاط بأشكال البروج مع الشمس فوق رأسـها والقمر تحت أرجلها.

يعبر السماء كل يوم مصحوباً باتباعه وحاشيته راكباً أحد القوارب هـــي النظريـــة الوحيدة التي فسرت حركة الشمس بالرغم من أنها كانت النظرية الأكثر قبولاً.

ظهرت بعض النظريات الأخرى التي تفسر عبور الشمس في السماء يوميـــاً من الشرق إلى الغرب وكان يجمع بين هذه النظريات جميعها إطار واحد شـامل ألا وهو قدسية الشمس وألوهيتها ، وإن اختلفت هذه النظريات فـــي تفسـير حركتـها. وكان من بين هذه النظريات ، نظرية تقول بأن الشمس كانت تُحمل في الجو علـــى أجنحة مثل الطائر وكان هذا الاعتقاد متصلاً بصورة خاصة بآله الشمس في صـورة "حوراختى" وكما ذكرنا من قبل فإن ترجمتها "حورس الذي فـــي الأفـق" وكـانوا يعتبرونه منذ أقدم العصور أنه كان على صورة صقر.

وربما أطرف الآراء المختلفة التي وضعت لتفسير حركـــة الشـمس عـبر السماء ، ذلك الرأي الذي قال بأن إله الشمس "خبرى" كان على شكل الجُعل وبنـــى على هذه الصورة حركة الشمس فكيف كان ذلك ؟ دعونا نعرف.

كان المصري القديم يعرف جيدا منظر الجعل ، وكثيرا ما كان يلاحظه وهـو يدفع كرة صغيرة من الروث أمامه علي الأرض حتى يعثر على شق مناسب يضعها فيه. أعتقد المصري القديم أن صغار الجعل تخلق نفسها بنفسها ثم تخرج من تلـــك الكرة. وتخيل المصري القديم أنه يوجد شبه بالشمس منبع الحياة كلها وتلك الكـــره من الروث التي اعتقد أن صغار الجعل تخرج منها. فليس من المســـتغرب إذن أن يصور القوة التي تدفع بالشمس في حركتها عبر السماء وهي آله الشـــمس شـــبيهة بجعل هائل الحجم يدفع الشمس أمامه كما يدفع الجعل كره الـــروث علـــى مـــطح الأرض فرسموا إله الشمس على هذه الصورة.

ويجدر الإشارة إلى أن علماء الحشرات في العصر الحديث يقررون أن كـرة الروث التي يدحرجها الجعل أمامه إنما تحتوى على ما يختزنه من طعـــام. بينمـــا الكرة التي تحتوي على بيض الجعل ليست مستديرة بل كمثرية الشكل وتحفظها أنثى الجعل في شق بالأرض حتى يحين موعد فقسها وخروج الصغار.

وكان اختفاء الشمس أثناء الليل سبباً في ظهور نظريات مختلفة منها التفسير الطبيعي الذي يقرر أنها تُمضي ساعات الليل سائرة في موكب خلال العالم السفلى المسمى "دات" قبل أن تظهر مرة ثانية فوق الأرض كل يوم عند الشروق.

ويفترض تفسير آخر فيه الكثير من الخيال أن السماء ليست إلا جسم الآلهة "نوت " التي تُظلل الأرض على هيئة قنطره هائلة رأسها في مستوى الأفق الغربي وعُجزها في مستوى الأفق الشرقي ويمتد ذراعاها ورجلاها تحت الأفق. وتغيب الشمس في هذه الآلهة كل مساء عند الغروب وتمر في جسدها اثناء الليل لكي تُولد ثانية عند الشروق ولم يقل قبول المصريون القدماء لهذا التفسير في أي وقت من الأوقات بل استمر جنباً إلى جنب مع نظرية رحلة الشمس أثناء الليل خلال العالم السفلي دات.

وكان قدماء المصريون يرمزون للشمس بدائرة في مركزها نقطة وهو الرمز المُستخدم في الوقت الحالي وأحياناً كانوا يرمزون لها بقرص ذو أجنحة تنساب منه الأشعة الوفيرة. ولم يقتصر تكريم قدماء المصريين على الشمس فقط بل كان للشعرى اليمانية مكاناً ملحوظاً لديهم وكذلك كوكب الزهرة وكانوا يسمونه "هناتور" وأقاموا لها معابد خاصة وكانوا يعتبرونها آلهة الحب والجمال.

ولا بد لنا في هذا المقام أن ننوه بأن المصريين القدماء إنما اتخذوا من بعض الأجرام السماوية أو غيرها آلهة لهم كوسيلة يتقربون بها زلفى إلى الله ذلك لأنهم كانوا يدينون بعقيدة التوحيد ، ويعتقدون في وجود إله واحد لم يولد ، وُجد قبل كل شيء وأنه سرمدي لم يخلقه أحد. وكانوا يؤمنون بالوحدة كرمز للإله الواحد الذي هو أصل كل شيء ذلك لأن الأصل لا يستمد من شيء بل من نفسه. والوحدة لذلك تحوي كل الأعداد التي لا يحويها أحد والتي تخلق كل عدد ، وكل ما خُلق في اعتقادهم غير كامل ويمكن زيادته أو نقصه.

ويستنكر الله سبحانه وتعالى أن تكون هناك واسطة بينه وبين عباده حيث يقول في كتابه الكريم :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿إنا أنزلنا إليك الكتاب بالحق فاعبد الله مخلصاً له الدين۞ألا لله الدين الخالص والذين اتخذوا من دونه أولياء ما نعبدهم إلا ليقربونا إلى الله زلفى إن الله يحكم بينهم في ما هم فيه يختلفون إن الله لا يهدي من هو كاذبٌ كفار﴾

صدق الله العظيم

(الزمر ٢، ٣)

وردت الشمس في كثير من الآيات في القرآن الكريم ولكننا في هذا المقام سوف نختار منها ما يُدل على أن بعض الأقوام في الأزمان الغابرة قد عبدت الشمس واتخذتها إلهاً معبوداً أو وسيلة للتقرب بعبادتها إلى الله العلي القدير ونبدأ بسورة الأنعام فنجد فيها :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وإذ قال إبراهيم لأبيه آزر أتتخذ أصناما ءالهة إني أراك وقومك في ضلال مبين۞ وكذلك نري إبراهيم ملكوت السموات والأرض وليكون من الموقنين۞ فلما جن عليه الليل رأى كوكباً قال هذا ربي فلما أفل قال لا أحب الآفلين۞ فلما رأى القمر بازغاً قال هذا ربي فلما أفل قال لئن لم يهدني ربي لأكونن من القوم الضالين۞ فلما رأى الشمس بازغة قال هذا ربي هذا أكبر فلما أفلت قال يا قوم إني بريء مما تشركون ۞ إني وجهت وجهي للذي فطر السماوات والأرض حنيفاً وما أنا من المشركين﴾.

صدق الله العظيم

(الأنعام ٧٤-٧٩)

وبالرجوع إلى كتب التفسير ، قال محمد بن إسحاق أن إبراهيم عليه السلام قال ذلك حين خرج من السرب الذي ولدته فيه أمه حين تخوفت عليه من النمروذ (نمروذ بني كنعان) لما كان قد أُخبِر بوجود مولود يكون ذهاب مُلكه على يديه فأمر بقتل الغُلمان عامئذ فلما حملت أم إبراهيم عليه السلام به وحان وضعها ذهبت به إلى سرب ظاهر البلد فولدت فيه إبراهيم وتركته هناك وذكر أشياء من خوارق

العادات كما ذكرها غيره من المفسرين من السلف والخلف. والحق أن إبراهيم عليه السلام كان مناظراً لقومه في هذا الموقف مبيناً لهم بطلان ما كانوا عليه من عبادة الهياكل والأصنام فبين في المقام الأول مع أبيه خطأهم في عبادة الأصنام التي هي على صور الملائكة السماوية ليشفعوا لهم عند الخالق العظيم الذي يعتبرون أنفسهم أحقر من أن يعبدوه مباشرة وإنما يتوسلون إليه بعبادة ملائكته. كما بين في المقام الثاني خطأهم في عبادة الهياكل وهي الأجرام السماوية السبعة المعبودة لديهم وهي القمر وعطارد والزهرة والشمس والمريخ والمشتري وزحل وأشدهن إضاءة وأشرفهن عندهم الشمس ثم القمر والزهرة فبين أولا صلوات الله عليه وسلم أن الزهرة لا تصلح للألوهية حيث أنها مسخرة مقدره بسير معين لا تزيغ عنه يميناً أو شمالاً بل هي جرم من الأجرام التي خلقها الله منيرة وهي في دورتها تشرق من المشرق وتغرب في المغرب مسخرة بأمر الله ثم انتقل إلى القمر فبين فيه مثل ما بين في الزهرة ثم انتقل إلى الشمس كذلك فلما انتفت الألوهية عن هذه الأجرام السماوية التي هي أنور ما تقع عليه الأبصار وتحقق ذلك بالدليل القاطع﴿قال يا قوم إن بريء مما تشركون﴾.

ولقد أورد القرآن الكريم في سورة النمل قصة عبده الشمس في مملكة سبأ حيث قال :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وتفقد الطير فقال مالي لا أرى الهدهد أم كان من الغائبين ۞ لأعذبنه عذابا شديداً أو لأذبحنه أو ليأتيني بسلطان مبين ۞ فمكث غير بعيد فقال أحطت بما لم تحط به وجئتك من سبإ بنبإ يقين ۞ إني وجدت إمرأة تملكهم وأوتيت من كل شيء ولها عرش عظيم ۞ وجدتها وقومها يسجدون للشمس من دون الله وزين لهم الشيطان أعمالهم فصدهم عن السبيل فهم لا يهتدون﴾.

صدق الله العظيم

(النمل ٢٠ - ٢٤)

ونجد في سوُرة أخرى من سور الكتاب الكريم توجيه رباني إلى أن الشمس والقمر آياتان من آيات الله قال سبحانه عز من قائل :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ومن آياته الليل والنهار والشمس والقمر لا تسجدوا للشمس ولا للقمر واسجدوا لله الذي خلقهن إن كنتم إياه تعبدون﴾

صدق الله العظيم

(فصلت ٣٧)

ثم كانت الدعوة لإخلاص العبادة لله وحده :

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وما أمروا إلا ليعبدوا الله مخلصين له الدين حنفاء ويقيموا الصلاة ويؤتوا الزكـــــاة وذلك دين القيمة﴾

صدق الله العظيم

(سورة البينة ٥)

المحتويات

صدر من هذه السلسلة :

١ ـ الكومبيوتر	تأليف : د٠ عبد اللطيف ابو السعود
٢ ـ النشرة الجويـة	تأليف د٠ محمد جمال الدين الفندى
٣ ـ القمـامة	تأليف د٠ مختـار الحلوجى
٤ ـ الطاقة الشمسية	تأليف د٠ ابراهيم صـقر
٥ ـ العلم والتكنولوجيا	تأليف د٠ محمد كامل محمود
٦ ـ لعنـة التـلوث	تأليف م٠ سـعد شـعبان
٧ ـ العلاج بالنباتات الطبية	تأليف د٠ جميـلة واصـل
٨ ـ الكيمياء والطاقة البديلة	تأليف د٠ محمد نبهان سويلم
٩ ـ النهـر	تأليف د٠ محمد فتحى عوض الله
١٠ ـ من الكمبيوتـر الى السوبر كمبيوتر	تأليف د٠ عبد اللطيف أبو السعود
١١ ـ قصة الفلك والتنجيم	تأليف د٠ محمد جمال الدين الفندى
١٢ ـ تكنولوجيـا الليزر	تأليف د٠ عصام الدين خليل حسن
١٣ ـ الهـرمون	تأليف د٠ سينوت حليم دوس
١٤ ـ عودة مكوك الفضـاء	تأليف م٠ سـعد شـعبان
١٥ ـ معـالم الطـريق	تأليف م٠ سعد الدين الحنفى ابراهيم
١٦ ـ قصص من الخيال العلمى	تأليف د٠ رؤوف وصـفى
١٧ ـ برامج للكمبيوتر بلغـة البيزيـك	تأليف د٠ عبد اللطيف أبو السعود
١٨ ـ الرمال بيضاء وسوداء وموسيقية	تأليف د٠ محمد فتحى عوض الله
١٩ ـ القـوارب للهـواة	تأليف شـفيق مترى
٢٠ ـ الثقافة العلمية للجماهير	تأليف : جرجس حلمى عازر
٢١ ـ اشـعة الليزر والحيـاة المعـاصرة	تأليف د٠ محمد زكى عويس

٢٢	ــ القطاع الخـاص وزيادة الانتاج فى المرحلة القادمة	تأليف د. سـعد الدين الحنفى
٢٣	ــ المريخ الكوكب الأحمر	تأليف د. منير أحمد محمود حمدى
٢٤	ــ قصـــة الأوزون	تأليف د. زين العابدين متولى
٢٥	ــ قصص من الخيال العلمى ج ٢	تأليف رؤوف وصـفى
٢٦	ــ الـــذرة	تأليف.م. ابراهيم على العيسوى
٢٧	ــ قصـة الرياضـة	تأليف عـلى بركـه
٢٨	ــ الملوثـات العضـوية	أتأليف محمـد كامل محمـود
٢٩	ــ الوان من الطاقـــة .	تأليف عبد اللطيف أبو السعود
٣٠	ــ صـور من الـكون	تأليف زين العابدين متولى
٣١	ــ الحاسـب الالكترونى	تأليف محمد نبهـان سـويلم
٣٢	ــ النيـــل	تأليف محمد جمال الدين الفندى
٣٣	ــ الحرب الكيماوية ج ١	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د. عبد الفتـاح محسن بدوى د. محمد عبد الرازق الزرقا
٣٤	ــ الحرب الكيماوية ج ٢	تأليف دكتور أحمد مدحت اسلام د. عبد الفتـاح محسن بدوى د. محمد عبد الرازق الزرقا
٣٥	ــ البصـر والبصـيرة	تأليف طلعت حلمى عـازر
٣٦	ــ السـلامة فى تـداول الكيماويات	تأليف د. سمير رجب سليم
٣٧	ــ التلوث الهوائى والبيئة ج ١	د. طلعت الأعـوج
٣٨	ــ التلوث الهوائى والبيئة ج ٢	د. طلعت الأعـوج
٣٩	ــ التلوث المـائى ج ١	د. طلعت الأعـوج
٤٠	ــ التلوث المـائى ج ٢	د. طلعت الأعـوج

م	العنوان	المؤلف
٤١	ـ نعيش لنـــاكل ام ناكل لنعيش	د٠ محمد ممتاز الجندى
٤٢	ـ أنــت والـدواء ط ١ ٠ ١٩٩٤ ، ط ٢ ، ١٩٩٧	صيدلى/ أحمد محمد عوف
٤٣	ـ اطــلالة على الكون	د٠ زين العــابدين متولى
٤٤	ـ من العطاء العلمى للاسلام	د٠ محمد جمال الدين الفندى
٤٥	ـ مســائل بيئيــة	تاليف رجب ســعد الســيد
٤٦	ـ البث الاذاعىوالتليفزيونى المبــاشر ج ١	جــلال عبد الفتــاح
٤٧	ـ البث الاذاعىوالتليفزيونى المبــاشر ج ٢	جــلال عبد الفتــاح
٤٨	ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر ج ١	تاليف محــمود الجــزار
٤٩	ـ صفحات مضيئة من تاريخ مصر ج ٢	تاليف محمــود الجــزار
٥٠	ـ جيولوجيــا المحــاجر	جــولوجى/ نور الدين زكى محمد
٥١	ـ الاستشعار عن بعد ج ١	د٠ سراج الدين محمــد
٥٢	ـ الاستشعار عن بعد ج ٢	د٠ سراج الدين محمــد
٥٣	ـ الردع النووى الاسرائيلى	د٠ ممدوح حامد عطيــة
٥٤	ـ البترول والحضــارة	د٠ توفيق محمد قاســم
٥٥	ـ حضارات أخرى فى الكون	جــلال عبد الفتــاح
٥٦	ـ دليــلك الى التفــوق فى الثانويــة	ســامية فخــرى
٥٧	ـ التلوث مشــكلة اليــوم والغــد	د٠ توفيق محمد قاســم
٥٨	ـ انهيــار المبــانى ط ١ ١٩٩٥ ، ط ٢ ١٩٩٧	م٠ جرجس حلمى عــازر
٥٩	ـ الوقت والتوقيت ج ١	عبد السميع سالم الهوارى
٦٠	ـ الوقت والتوقيت ج ٢	عبد السميع سالم الهوارى

٦١	ـ الجيولوجيا والكائنات الحية	د. دولت عبد الرحيم
٦٢	ـ أسلحة الدمار الشامل ج ١	د. جمال الدين محمد موسى
٦٣	ـ أسلحة الدمار الشامل ج ٢	د. جمال الدين محمد موسى
٦٤	ـ النقل الجوى فى مصر ج ١	د. سراج الدين محمد
٦٥	ـ النقل الجوى فى مصر ج ٢	د. سراج الدين محمد
٦٦	ـ قراءة فى مستقبل العالم	تأليف : كلايف رايش
٦٧	ـ غدا القرن ٢١٠٠٠؟ ط ١، ١٩٩٥ ، ط ٢ ، ١٩٩٧	رجب سعد السيد
٦٨	ـ الشتاء النووى ج ١	د. جمال الدين محمد موسى
٦٩	ـ الشتاء النووى ج ٢	د. جمال الدين محمد موسى
٧٠	ـ تاريخ الفلك عند العرب	د. محمد امام ابراهيم
٧١	ـ رحلة فى الكون والحياة ج ١ ، ط ١ ، ١٩٩٦ ، ط ٢ ، ١٩٩٨	صيدلى/ احمد محمد عوف
٧٢	ـ رحلة فى الكون والحياة ج ٢ ، ط ١ ، ١٩٩٦ ، ط ٢ ، ١٩٩٨	صيدلى/ احمد محمد عوف
٧٣	ـ الصحة المهنية ج ١	د. سمير رجب سليم
٧٤	ـ الصحة المهنية ج ٢	د. سمير رجب سليم
٧٥	ـ عالم الحشيش ج ١	د. جمال الدين محمد موسى
٧٦	ـ عالم الحشيش ج ٢	د. جمال الدين محمد موسى
٧٧	ـ أهم الأحداث والاكتشافات العلمية لعام ١٩٩٥ م	محمد فتحى
٧٨	ـ النقل الجوى وتلوث البيئة فى مدينة القاهرة ج ١	د. سراج الدين محمد

٧٩	ــ النقل الجــوى وتلوث البيئة فى مدينة القاهرة ج ٢	د. سراج الدين محمــد
٨٠	ــ رحلات علمية معاصرة	صيدلى/ أحمد محمد عوف
٨١	ــ الكمبيوتر خبيرا ومفكرا	محمــد فتحــى
٨٢	ــ العلمــــاء ثائــرون	د. جمال الدين محمد موسى
٨٣	ــ الحرب النووية القادمة	د. جمال الدين محمد موسى
٨٤	ــ العلم ومستقبل الانسان	د. جمال الدين محمد موسى
٨٥	ــ الثورة الخضراء • أمل مصر	م. جرجس حلمى عــازر
٨٦	ــ عــالم الأفـــلاك	د. امام ابراهيم أحمد
٨٧	ــ صناع الحضارة العلمية فى الاسلام ج ١	د. أحمد محمــد عوف
٨٨	ــ صناع الحضارة العلمية فى الاسلام ج ٢	د. أحمد محمــد عوف
٨٩	ــ عبقرية الحضارة المصرية القديمــة	د. أحمد محمــد عوف
٩٠	ــ الفــلك عنــد العــرب والمسلمين ج ١	د. زين العــابدين متولى
٩١	ــ الفــلك عنــد العــرب والمسلمين ج ٢	د. زين العــابدين متولى
٩٢	ــ أهم الأحداث والاكتشافات العلمية لعام ١٩٩٦	محمــد فتحــى
٩٣	ــ أسرار علم الجينــات	م. طبى عبد الباسط الجمل
٩٤	ــ الانترنـــت	د. عبد اللطيف أبو السعود
٩٥	ــ موسوعة الأعشاب الطبية	صيدلى/ أحمد محمد عوف

٩٦ ـ البلاستيك وتاثيراته البيئية والصحية — د٠ احمد مجدى حسين مطاوع

٩٧ ـ (موسوعة اسئلة واجوبة من كنوز المعرفة ـ الجزء الأول) أسرار الأرض — ترجمة : هاشم أحمد محمد

٩٨ ـ القلب البديل (الخرافة والأسطورة) — محمد فتحى

٩٩ ـ (موسوعة اسئلة واجوبة من كنوز المعرفة ـ الجزء الثانى) أسرار جسم الانسان — ترجمة : هاشم أحمد محمد

١٠٠ ـ سيمفونية العلم — د٠ عفاف على ندا

١٠١ ـ سكان الكواكب — د٠ امام ابراهيم أحمد

١٠٢ ـ السمنة وعلاجها ج ١ — د٠ فتحى سيد نصر

١٠٣ ـ السمنة وعلاجها ج ٢ — د٠ فتحى سيد نصر

١٠٤ ـ التلوث البيئى والهندسة الوراثية — د٠ على محمد على عبد الله

١٠٥ ـ التلوث البيئى وسبل مواجهته — د٠ محمد نبهان سويلم

١٠٦ ـ (موسوعة اسئلة واجوبة من كنوز المعرفة الجزء الثالث) أسرار جسم الحيوان — ترجمة : هاشم أحمد محمد

١٠٧ ـ حكاية الاستنساخ — م٠ عبد الباسط الجمل

١٠٨ ـ التلوث الكهرومغناطيسى — عبد المقصود حجو

١٠٩ ـ تغيير المناخ ومستقبل الأرض — د٠ محمد أحمد الشهاوى

١١٠ ـ الانسان والطاقة ج ١	زكريا أحمـد البرادعى
١١١ ـ الانسان والطاقة ج ٢	زكريا أحمـد البرادعى
١١٢ ـ أهم الأحداث والاكتشافات العلمية (٣) ج ١	محمـد فتحـى
١١٣ ـ أهم الأحداث والاكتشافات العلمية (٣) ج ٢	محمـد فتحـى
١١٤ ـ منظومة الحيـاة	صيدلى/أحمد محمد عوف
١١٥ ـ صـيد البحر وطعامه	رجب سـعد السـيد
١١٦ ـ مواقـع النجـوم ج ١	مهندس/ سـعد شـعبان
١١٧ ـ مواقـع النجـوم ج ٢	مهندس/ سـعد شـعبان
١١٨ ـ (موسوعة اسئلة واجوبة من كنوز المعرفة ـ الجزء الرابع) عـالم الفنـون	ترجمة : هاشم أحمد محمد
١١٩ ـ (موسـوعة اسئلة واجوبة من كنوز المعرفة ـ الجزء الخامس) مغـامرات مدهشـة	ترجمة : هاشم أحمد محمد.
١٢٠ ـ سر النهـوض والتقـدم (لمـاذا لا يبدع المصريون)	محمـد فتحـى
١٢١ ـ النقل الجوى وتكنولوجيا المعلومات	د٠ سراج الدين محمـد
١٢٢ ـ المريخ فى انتظارنـا	مهندس/ سـعد شـعبان
١٢٣ ـ مسـيرة العـلم	د٠ عفـاف على نـدا
١٢٤ ـ حـرائق المـواد البلاستيكية وأخطارها	د٠ أحمد مجدى مطاوع
١٢٥ ـ البترول مخاطره الصحية وتلوث البيئة	طبيب/ صـلاح عـدس
١٢٦ ـ طريقـك للاختراع	مهندسة/ ليلى عبد المنعم

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الإيداع بدار الكتب ١٦٢٨٧ / ٩٩

I . S . B . N 977 - 01 - 6536 - 0

لقد حظيت الشمس بالقدر الأكبر من الاهتمام منذ فجر التاريخ نظراً لقربها من الأرض، حيث تبعد مسافة قدرها ١٤٩ مليون و٦٤٠ ألف كيلو متر، ويقطع الضوء هذه المسافة فى ٨ دقائق وعشرين ثانية (٥٠٠ ثانية). وللشمس تأثير مباشر على سائر أعضاء المجموعة الشمسية، وأهم هذه التأثيرات تهيئة الظروف المناسبة لظهور حياة على سطح الأرض. ولو اختلفت المسافة بين الشمس والأرض قرباً أو بعداً لكان للحياة على سطح الأرض شأن آخر.

٢٦٠ قرشاً

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب